COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle à l'Académie qu'une réunion de savants, d'amis et d'admirateurs, ayant résolu d'offrir à M. Pasteur une médaille commémorative de ses remarquables découvertes, une Commission a été chargée d'en surveiller l'exécution. Les travaux étant terminés, cette Commission s'est rendue, le 25 juin, au domicile de M. Pasteur pour lui remettre la médaille, œuvre de M. Alphée Dubois, qui rappelle si heureusement la physionomie du destinataire. La réunion se composait de MM. Dumas, Boussingault, Bouley, Jamin, Bertin, Tisserand, Davaine, etc. A cette occasion, M. Dumas prononça un discours dans lequel il rappela les travaux de M. Pasteur, qui n'a connu que des succès, et dont l'École Normale, l'Institut, le monde savant, la France entière, sont justement fiers.

En recevant la médaille qui lui était offerte, M. Pasteur répondit par quelques paroles de reconnaissance pour le Maître illustre qui avait encouragé et dirigé sa jeunesse, et de remercîments pour les collègues et confrères qui avaient eu la pensée de lui offrir une aussi haute marque de leur estime en récompense de ses efforts.

A la suite de cette Communication du Président de l'Académie, M. le baron **Thenard** prend la parole pour prier MM. Dumas et Pasteur de vouloir bien donner communication à l'Académie des discours qu'ils ont pro-

noncés dans cette solennelle occasion. L'Académie se joint par acclamation à cette proposition et ordonne que les deux discours soient insérés aux *Comptes rendus*.

Discours prononcé par M. Dumas, le 25 juin.

« Mon cher Pasteur,

» Il y a quarante ans, vous entriez comme élève dans cette maison. Dès vos débuts vos maîtres avaient prévu que vous en seriez l'honneur; mais nul n'eût osé prévoir quels services éclatants vous étiez destiné à rendre à la Science, au pays, au monde.

» Vos premiers travaux faisaient disparaître pour toujours du domaine de la Chimie les forces occultes, en expliquant les anomalies de l'acide tartrique.

» Confirmant le caractère vital de la fermentation alcoolique, vous étendiez cette doctrine de la Chimie française aux fermentations les plus diverses et vous donniez à la fabrication du vinaigre des règles que l'industrie applique avec reconnaissance aujourd'hui.

» Dans ces infiniment petits de la vie, vous découvriez un troisième règne, celui auquel appartiennent ces êtres qui, avec toutes les prérogatives de la vie animale, n'ont pas besoin d'air pour vivre et trouvent la chaleur qui leur est nécessaire dans les décompositions chimiques qu'ils provoquent autour d'eux.

» L'étude approfondie des ferments vous donnait la complète explication des altérations que subissent les substances organiques : le vin, la bière, les fruits, les matières animales de toutes les espèces; vous expliquiez le rôle préservatif de la chaleur appliquée à leur conservation et vous appreniez à en régler les effets d'après la température nécessaire pour déterminer la mort des ferments.

» Les ferments morts n'engendrent plus de ferments.

» C'est ainsi que vous étiez conduit à maintenir dans toute l'étendue des règnes organisés le principe fondamental qui fait dériver la vie de la vie et qui repousse comme une supposition sans utilité et sans base la doctrine de la génération spontanée.

» C'est ainsi que, montrant l'air comme le véhicule des germes de la plupart des ferments, vous appreniez à conserver sans altération les matières les plus putrescibles en les préservant de tout rapport avec l'air impur.

» Appliquant cette pensée aux altérations si souvent mortelles que les

blessures et les plaies éprouvent lorsque les malades habitent un lieu contaminé, vous appreniez à les garantir de ce danger en entourant leurs membres d'air filtré, et vos préceptes, adoptés par la pratique chirurgicale, lui assurent tous les jours des succès qu'elle ignorait et donnent à ses opérations une hardiesse dont nos prédécesseurs n'ont pas eu le pressentiment.

» La vaccination était une bienfaisante pratique. Vous en avez découvert la théorie et élargi les applications. Vous avez appris comment d'un virus on fait un vaccin; comment un poison mortel devient un préservatif innocent. Vos recherches sur la maladie charbonneuse et les conséquences pratiques qui en découlent ont rendu à l'Agriculture un service dont l'Europe sent tout le prix. Mais ce résultat acquis, tout éclatant qu'il soit, n'est rien à côté des applications qu'on peut attendre de la doctrine à laquelle il est dû. Vous aviez fourni à la doctrine des virus une base certaine en la rattachant à la théorie des ferments; vous avez ouvert à la Médecine une ère nouvelle en prouvant que tout virus peut avoir son vaccin.

» Au milieu de ces admirables conquêtes de la Science pure, de la Philosophie naturelle et de la pratique, nous pourrions oublier qu'il est une contrée où votre nom est prononcé avec un respect particulier : c'est le pays si fortuné jadis où s'élève le ver à soie. Un mal, qui avait répandu la terreur dans toutes les familles de nos montagnes méridionales, avait fait disparaître les belles races qu'elles avaient créées à force de soins et de sages sélections. La ruine était complète. Aujourd'hui, grâce à vos procédés de grainage scientifique, les éleveurs ont retrouvé leur sécurité, et le pays voit renaître une des sources de sa richesse.

» Mon cher Pasteur, votre vie n'a connu que des succès. La méthode scientifique, dont vous faites un emploi si sûr, vous doit ses plus beaux triomphes. L'École Normale est fière de vous compter au nombre de ses élèves; l'Académie des Sciences s'enorgueillit de vos travaux; la France vous range parmi ses gloires.

» Au moment où, de toutes parts, les témoignages de la reconnaissance publique s'élèvent vers vous, l'hommage que nous venons vous offrir, au nom de vos admirateurs et de vos amis, pourra vous sembler digne d'une attention particulière. Il émane d'un sentiment spontané et universel, et il conserve pour la postérité l'image fidèle de vos traits.

» Puissiez-vous, mon cher Pasteur, jouir longtemps de votre gloire et contempler les fruits toujours plus nombreux et plus riches de vos travaux. La Science, l'Agriculture, l'Industrie, l'Humanité vous conserveront une gratitude éternelle, et votre nom vivra dans leurs annales parmi les plus illustres et les plus vénérés. »

Réponse de M. Pasteur, le 25 juin.

« Mon cher Maître, il y a quarante ans, en effet, que j'ai le bonheur de vous connaître et que vous m'avez appris à aimer la Science et la gloire.

» J'arrivais de la province. Après chacune de vos leçons, je sortais de la Sorbonne transporté, et souvent ému jusqu'aux larmes. Dès ce moment, votre talent de professeur, vos immortels travaux, votre noble caractère, m'ont inspiré une admiration qui n'a fait que grandir avec la maturité de mon esprit.

» Vous avez dû deviner mes sentiments, mon cher Maître. Il n'est pas une seule circonstance importante de ma vie ou de celle de ma famille, circonstance heureuse ou pénible, qui vous ait trouvé absent et que vous n'ayez en quelque sorte bénie.

» Voilà qu'aujourd'hui encore vous êtes au premier rang dans l'expression de ces témoignages, bien excessifs suivant moi, de l'estime de mes Maîtres, devenus mes amis.

» Et ce que vous avez fait pour moi, vous l'avez fait pour tous vos élèves. C'est là un des traits distinctifs de votre nature. Derrière les individus, vous avez toujours envisagé la France et sa grandeur.

» Comment vais-je faire désormais? Jusqu'à présent les grands éloges avaient enflammé mon ardeur et ne m'avaient inspiré que l'idée de m'en rendre digne par de nouveaux efforts; mais ceux que vous venez de m'adresser, au nom de l'Académie et des Sociétés savantes, sont en vérité au-dessus de mon courage. »

Sa Majesté **dom Pedro d'Alcantara** adresse la dépêche suivante :

« Rio-Janeiro, 20 juin 1882.

» Comète Wells visible le 17. Queue de 45° observée aujourd'hui. Noyau très brillant. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les déplacements réciproques des acides combinés avec l'oxyde de mercure;* par M. **Berthelot**.

« En étudiant les sels de mercure, j'ai observé divers faits relatifs aux déplacements des acides, faits très caractéristiques, parce qu'ils mettent en évidence les conditions de coïncidence ou d'opposition entre les anciennes lois de Berthollet et les nouvelles lois thermochimiques.

» Soient les acides acétique, oxalique, chlorhydrique, cyanhydrique; ces acides s'unissent au bioxyde de mercure en dégageant :

	Sel dissous.	Sel solide.
	Cal	Cal
$C^4H^4O^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + HgO, vers 5° [1], dégage....	+ 3,0	+ 4,6
$\frac{1}{2}C^4H^2O^8$ ($90^{gr}=8^{lit}$) + HgO, vers 5° [2], dégage....	»	+ 7,1
HCl ($1^{éq}=4^{lit}$) + HgO, vers 5° [3], dégage....	+10,2	+11,7
HCy ($1^{éq}=4^{lit}$) + HgO, vers 15°, dégage......	+15,5	+17,0

---

(1) Acétate de mercure. — 1° *Chaleur de neutralisation :*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + KO ($1^{éq}=2^{lit}$), à 4°,5.. +10,25
$C^4H^4O^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + KO ($1^{éq}=2^{lit}$), à 4°,5.. +13,29 } diff. = 3,04

On a encore trouvé :

HgO récemment précipité par KO de l'acétate, en présence de l'acétate de potasse + $C^4H^4O^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$) .... +3,17

chiffre qui comprend en surplus du précédent l'action réciproque des deux acétates :

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + $C^4H^3KO^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$), à 5°.... +0,11

2° *Sels acides :*

$C^4H^3KO^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + $C^4H^4O^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$), à 5°....... +0,53

3° *Sels basiques, insolubles :*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq}=4^{lit}$) + $\frac{1}{4}$KO ($1^{éq}=2^{lit}$), à 5°,7...... +2,60
On ajoute un second $\frac{1}{4}$KO........ +2,58

La formation des sels basiques ne donne donc pas lieu à une notable chaleur complémentaire, celle-ci étant proportionnelle au dégagement total $\left(\frac{10,25}{4}=2,56\right)$.

Ceci paraît applicable aux sels basiques qui se forment :

Soit lorsqu'on fait bouillir un moment la solution d'acétate de mercure ($159^{gr}=2^{lit}$), laquelle a perdu ainsi $\frac{1}{8}$ du sel dissous, en déposant $C^4H^3HgO^4$, 2HgO;

Soit lorsqu'on l'abandonne à froid pendant quelques jours, ce qui lui a enlevé $\frac{1}{12}$ du sel, sous forme de $C^4H^3HgO^4$, HgO en grains orangés et adhérents aux parois.

En raison de ces altérations progressives, la solution d'acétate de mercure neutre doit être faite à froid et employée dans les réactions au moment même où la dissolution vient d'être opérée ;

4° *Chaleur de dissolution :*

$C^4H^3HgO^4$ (159^{gr}) + 222 H^2O^2, à 4°,6 : — 1^{Cal},59; à 13°,7 : — 1,84.

Dilution : ($C^4H^3HgO^4$ + 111 H^2O^2), à 8°,5; + 111 H^2O^2 : — 0,09.

Une nouvelle addition d'eau ne produit pas d'effet sensible.

5° *Chaleur de formation de l'acétate de mercure depuis les éléments :*

C^4 (diamant) + H^3 + Hg + O^4 = $C^4H^3HgO^4$ crist ..... +112,1

6° *Depuis l'acide hydraté solide (état solide de tous les corps) :*

$C^4H^4O^4$ crist. + HgO + HO solide = $C^4H^3HgO^4$ crist. + H^2O^2 solide..... +3,2

Valeur comparable aux acétates de plomb (+5,1), de cuivre (+4,3), de zinc (+3,3).

7° *Depuis l'acide anhydre :*

$C^4H^3O^3$ + HgO = $C^4H^3HgO^4$: acide liquide, +12,0; acide gazeux, +15,3.

(2) HgCl ($1^{éq}=4^{lit}$) + KO ($1^{éq}=2^{lit}$), à 5°.... + 3,95
HCl ($1^{éq}=4^{lit}$) + KO ($1^{éq}=2^{lit}$), à 5°.... +14,15

(3) *Oxalate de mercure :*

1° $C^4Hg^2O^8$ sec (288^{gr}) + 4HCl ($1^{éq}=2^{lit}$), à 9°,1............ +7,02;

» L'état solide fournit le terme le plus certain pour ces comparaisons, l'oxalate étant insoluble, mais l'acétate, le chlorure et le cyanure solubles.

» Il résulte des nombres précédents que les quatre acides se rangent dans l'ordre suivant, au point de vue thermique : l'acide oxalique surpasse l'acide acétique et il est surpassé par l'acide chlorhydrique; mais l'acide cyanhydrique l'emporte sur tous ([1]). Les principes thermochimiques indiquent dès lors que : l'acide oxalique doit décomposer l'acétate de mercure; l'acide chlorhydrique doit décomposer l'acétate et l'oxalate de mercure; enfin l'acide cyanhydrique doit décomposer pareillement l'acétate, l'oxalate et le chlorure de mercure; en outre, chacune de ces réactions doit être totale, ou sensiblement ([2]).

» Au contraire, les lois de Berthollet indiquent que l'acide acétique et l'acide chlorhydrique, unis à l'oxyde de mercure, devraient être pareillement déplacés par l'acide oxalique, à cause de l'insolubilité de l'oxalate de mercure : prévisions dont la première est conforme et la seconde contraire aux précédentes. Berthollet pensait, en outre, que dans le cas de deux acides formant des sels solubles, chacun d'eux avait dans l'action « une part » déterminée par sa capacité de saturation et sa quantité »; c'est-à-dire, dans le langage actuel, que deux acides employés sous des poids équiva-

---

or, à cette température,

$$HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HgO \text{ dégage } +10,0; \text{ soit} \ldots\ldots \quad +20,0 \text{ pour } 2^{éq}$$

$$HCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) : +0,5 \ldots\ldots \quad +1,0$$

$$HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + \tfrac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{gr} = 4^{lit}) : +0,07. \quad +0,1$$

On tire de là la *chaleur de neutralisation*.................... + 14,1 pour 2HgO

$$C^4H^2O^8(90^{gr} = 4^{lit}) + 2HgO = +21,1 - 7,0 = +14,1$$

2° *Formation dans l'état solide :*

$$C^4H^2O^8 \text{ crist.} + 2HgO + 2HO(\text{solide}) = C^4Hg^2O^8 + 2H^2O^3 \text{ solide}\ldots \quad +13,2$$

3° *Depuis les éléments :*

$$C^4(\text{diamant}) + Hg^2 + O^8 = C^4Hg^2O^8\ldots\ldots\ldots \quad +170,8$$

4° D'après le dernier chiffre, la *décomposition explosive* de l'oxalate de mercure

$$C^4Hg^2O^8 = 2C^2O^4 + Hg^2(\text{liq.}), \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +18,8$$

([4]) *Voir* ce Volume, p. 764.

([5]) Sauf les réserves relatives à la formation des sels doubles et autres composés secondaires, d'ordinaire formés en petite quantité à cause de leur dissociation. (*Voir* p. 764.)

lents prennent chacun la moitié de la base antagoniste ([1]), opinion contraire aux prévisions thermochimiques.

» Entre ces deux ordres de principes, les mesures thermiques permetten de prononcer; elles sont surtout précieuses pour savoir ce qui se passe dans les dissolutions, et l'étude des sels de mercure va nous fournir des faits décisifs. Opposons, en effet, les acides deux à deux :

» 1° *Acides chlorhydrique et acétique :*

$$\left\{\begin{array}{ll} C^4H^3HgO^4(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}})+HCl(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}),\ \text{à } 4^{\circ}\ldots & +7{,}6 \\ HgCl(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}})+C^4H^4O^4(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}})\ldots\ldots\ldots & +0{,}03 \end{array}\right.$$

» Or, le déplacement pur et simple de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique doit répondre à + 7,2, d'après le calcul; ce qui s'accorde sensiblement avec l'observation ([2]), la réaction inverse étant négligeable; c'est-à-dire qu'il n'y a point partage notable de l'oxyde de mercure.

» 2° *Acides chlorhydrique et oxalique :*

$$\left\{\begin{array}{ll} HgCl(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}})+\tfrac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{\text{gr}}=4^{\text{lit}}),\ \text{à } 9^{\circ}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +0{,}07 \\ C^4Hg^2O^8\ \text{récemment précipité dans } 4^{\text{lit}}\ \text{d'eau}+HCl(1^{\text{éq}}=1^{\text{lit}}),\ \text{à } 5^{\circ}. & +3{,}40 \end{array}\right.$$

» Le chlorure de mercure n'est pas précipité par l'acide oxalique, malgré l'insolubilité de l'oxalate de mercure. En outre, l'absence d'un dégagement de chaleur notable montre que ce phénomène n'est pas dû à la formation de quelque sel double prépondérant. Au contraire, l'oxalate de mercure est redissous entièrement par l'acide chlorhydrique, et la chaleur dégagée répond très sensiblement à la différence des chaleurs de neutralisation (+3,1); il s'agit donc d'un déplacement pur et simple.

» L'absence de précipitation du chlorure de mercure par l'acide oxalique, et la redissolution inverse de l'oxalate de mercure par l'acide chlorhydrique sont l'une et l'autre conformes aux lois thermochimiques; tandis que ces faits sont en opposition formelle avec les lois de Berthollet.

» 3° *Acides acétique et oxalique.* — Dans ce cas, les deux ordres de prévisions se confondent, le sel insoluble étant aussi celui qui dégage le plus de chaleur :

$$C^4H^3HgO^4(1^{\text{éq}}=4^{\text{lit}})+\tfrac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{\text{gr}}=4^{\text{lit}}),\ \text{à } 5^{\circ}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +4{,}4$$

([1]) C'est à tort que plusieurs auteurs ont introduit depuis, comme traduction de l'opinion de Berthollet, la notion d'un partage réglé par un coefficient spécifique, faisant ainsi reparaître la notion d'affinité élective que Berthollet s'efforçait de proscrire. (*Voir* les citations très précises exposées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 657.)

([2]) Le petit excès 0,4 paraît dû à la formation d'une trace de protochlorure de mercure, qui trouble légèrement la liqueur.

» La précipitation donne lieu à deux phénomènes thermiques successifs : un premier dégagement de + 3,0, puis un dégagement un peu plus lent qui va jusque vers 4,4. Ces effets répondent aux changements de cohésion et d'hydratation successifs observés dans les précipités [1]. Le résultat final s'accorde avec un déplacement total (+ 4,1).

» Le contraste qui existe entre la précipitation de l'oxalate de mercure aux dépens de l'acétate, conformément aux lois de Berthollet, et sa redissolution au moyen de l'acide chlorhydrique, contrairement à ces mêmes lois, peut être manifesté dans une seule expérience, en faisant agir successivement les deux acides sur l'acétate de mercure :

$\left\{ \begin{array}{ll} C^4H^3HgO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + \frac{1}{2}C^4H^2O^8(90^{gr} = 4^{lit}), \text{ à } 5^o, \text{ précipité} \ldots\ldots\ldots\ldots & + 4^{Cal},4 \\ \text{On ajoute } HCl(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ redissolution} \ldots\ldots\ldots\ldots & + 3^{Cal},0 \end{array} \right.$

» 4° *Acide cyanhydrique et autres acides.* — J'ai poussé plus loin ces vérifications, en les étendant à l'acide cyanhydrique. La chaleur de formation du cyanure de mercure surpasse, en effet, celle des trois autres sels : acétate, oxalate, chlorure. En fait, l'acide cyanhydrique déplace entièrement ou à peu près l'*acide acétique*, dans les liqueurs

$$C^4H^3HgO^4(1^{éq} = 4^{lit}) + HCy(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 14^o \ldots\ldots\ldots + 12^{Cal},3$$

(le calcul indique + $12^{Cal},4$); tandis que l'acide acétique n'agit pas sur le cyanure de mercure

$$HgCy(1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots + 0^{Cal},05$$

L'acide cyanhydrique déplace l'*acide oxalique*, en redissolvant l'oxalate de mercure,

$$\frac{1}{2}C^4Hg^2O^8 \text{ de mercure précipité dans } 6^{lit} \text{ d'eau} + HCy(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 14^o \ldots\ldots + 7^{Cal},4$$

Le calcul indique + $7^{Cal},4$. Aussi l'acide oxalique ne précipite pas le cyanure de mercure. — Cependant la dissolution de l'oxalate par l'acide cyanhydrique n'est pas tout à fait totale, une certaine action réductrice s'exerçant en même temps avec production de mercure; mais c'est là un effet minime.

» Enfin l'acide cyanhydrique déplace l'*acide chlorhydrique :*

$$HgCl(1^{éq} = 4^{lit}) + HCy(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 14^o \ldots\ldots\ldots\ldots + 5^{Cal},4$$

phénomène sur lequel j'ai déjà appelé l'attention.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 177, 184, 185.

» En faisant agir successivement les trois acides, à 14°, j'ai obtenu

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $\frac{1}{2}$ $C^4H^2O^8$ ($90^{gr} = 4^{lit}$), précipité..	$+4^{Cal},7$	$+7^{Cal},4$	$+12^{Cal},7$
On ajoute HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), redissolution...............	$+2,7$		
On ajoute HCy ($1^{éq} = 2^{lit}$) (1)........................	$+5,3$		

Ces déplacements successifs contrôlent très nettement la théorie.

» On peut exécuter une série de réactions analogues, en opposant les sels de mercure et les sels de potasse, au lieu des acides. La signification générale des phénomènes demeure la même; mais on voit alors intervenir ces sels doubles, sur lesquels j'ai appelé récemment l'attention de l'Académie (ce Volume, p. 380, 608, 764).

» *Acétate et chlorure:*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 4°,8.......	$+6,4$ (2)
HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $C^4H^3KO^4$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°.........	$-0,2$

» Le premier chiffre, s'il était isolé, répondrait à une double décomposition complète ou à peu près, laquelle exige (+10,2 + 13,3) — (3,0 + 14,1).

» Le deuxième signale la formation des sels doubles : chlorures doubles et acétates doubles (3), c'est-à-dire un partage accessoire.

» *Acétate et oxalate :*

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $\frac{1}{2}$ $C^4K^2O^8$ (4^{lit}), à 8°............ $+0,86$

» Il se forme d'abord un précipité blanc, qui jaunit presque aussitôt. La liqueur retient de l'acide oxalique et du mercure, à l'état de sels doubles.

» Réciproquement l'oxalate de mercure récemment précipité, puis agité avec une solution d'acétate de potasse, à 7°, est attaqué sensiblement, avec formation des mêmes sels doubles.

» Le chiffre + 0,86 est d'ailleurs moindre que celui qui résulterait d'une transformation pure et simple en oxalate de mercure et acétate de potasse (soit + 3,0); mais, pour calculer exactement la réaction thermique, il faudrait la rapporter aux sels doubles eux-mêmes, pris dans l'état solide.

» *Oxalate et chlorure.* — L'oxalate de potasse ne précipite pas le chlorure de mercure, ce qui est conforme à la théorie : car une telle double

(1) Ici encore il y a un peu de mercure réduit et de chlorure mercureux.

(2) Traces de Hg^2Cl.

(3) Il y a en outre un acétochlorure :

$C^4H^3HgO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), à 5°.................. $+0,48$

décomposition devrait absorber, à 5°,

$$+(14,1+7,0)-(10,2+14,3)=-3,4.$$

» Cependant, il y a quelque réaction, due aux sels doubles :

$$\tfrac{1}{2}C^4K^2O^8(4^{lit})+HgCl(1^{éq}=4^{lit}), \text{ à } 8^{\circ} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -0,42$$

Réciproquement le chlorure de potassium dissout l'oxalate de mercure précipité (¹). Par exemple,

$C^4H^3HgO^4(1^{éq}=4^{lit})+\tfrac{1}{2}C^4K^2O^8(4^{lit})$, à 4°... $+0,71$
On ajoute $KCl(1^{éq}=2^{lit})$; le précipité se dissout. $+5,76$ } $+6,47$

La décomposition de l'oxalate de mercure est ici manifeste, et la somme des effets, $+6,47$, concorde avec le chiffre 6,4 obtenu directement, au moyen du chlorure de potassium et de l'acétate de mercure.

» La présence du chlorure de potassium s'oppose aussi à la précipitation de l'oxalate de mercure par l'oxalate de potasse, et même par l'acide oxalique, versés dans l'acétate de mercure.

» L'oxalate de potasse ne précipite pas davantage le cyanure de mercure.

» Tous ces phénomènes sont en conformité complète avec la théorie thermique : soit qu'il s'agisse des réactions entre sels neutres, dans lesquelles il convient d'envisager à la fois les sels simples et les sels doubles de mercure; soit qu'il s'agisse de réactions entre les sels de mercure et les acides, dans lesquelles la connaissance de la chaleur de formation des sels simples envisagés (²) permet de prévoir tous les phénomènes. Ceux-ci sont annoncés également par les lois de Berthollet et par les lois thermochimiques, lorsque les deux ordres de prévisions s'accordent. Mais si les prévisions sont opposées, ce sont toujours les lois de Berthollet qui se trouvent en défaut. »

GÉOLOGIE. — *Note sur les travaux préparatoires du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, et sur les conditions géologiques dans lesquelles ils sont exécutés;* par M. **Daubrée**.

« Les travaux du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre sont destinés à comprendre trois phases : recherches scientifiques, travaux préparatoires, exécution du tunnel lui-même.

(¹) Il reste un peu de Hg^2Cl insoluble.

(²) Avec les hydracides, il faudrait envisager aussi les sels acides du mercure (ce Volume, p. 607, 678, 681, 767, 764).

» La première phase a été consacrée aux études purement géologiques, qui ont été réalisées par l'exploration minutieuse des côtes française et anglaise, par la reconnaissance exacte et détaillée du fond de la mer dans le détroit, enfin par les sondages faits sur la terre ferme, qui ont vérifié la nature, l'épaisseur et l'inclinaison des couches, et donné une idée approximative de leurs conditions aquifères. Les opérations faites en 1875 et 1876 ont donné lieu au remarquable Rapport présenté par MM. Lavalley, administrateur délégué; Larousse, ingénieur hydrographe; Potier et de Lapparent, ingénieurs des mines [1]. Les notices et plans correspondants ont figuré à l'Exposition universelle de 1878, et valu à l'Association française un diplôme d'honneur.

» Depuis 1879, on est entré dans la deuxième phase. On s'occupe à vérifier les premières données scientifiques et à préparer l'exécution du tunnel lui-même, en expérimentant, sur des galeries à petite section, des machines et outils susceptibles d'être ultérieurement employés dans un travail vraiment exceptionnel par son importance.

» Du côté français, les études géologiques constatent un léger bombement des couches au lieu dit *les Quénocs*. Ce bombement fait que leur inclinaison, qui dans le détroit se dirige vers le N.-N.-E., se trouve, le long de la falaise du Blanc-Nez, tournée vers le S.-E., et que la pente, qui, suivant la première orientation, au voisinage des Quénocs, est d'environ $0^m,05$ par mètre, se trouve, dans la seconde, portée à près de $0^m,09$. Il importait donc de constater dans quelles conditions ce bombement avait pu modifier les conditions physiques des bancs formant la base de la craie de Rouen.

» A cet effet, l'Association française a foncé, près de Sangatte, deux puits, d'une profondeur de 86^m, qui ont rencontré le gault à 59^m au-dessous du zéro hydrographique (plus basses mers de Calais), adopté pour les cartes sur lesquelles ont été rapportées les explorations géologiques de 1875-1876.

» Le fonçage de ces puits, dont l'un a $5^m,40$ de diamètre, a démontré que toute la craie blanche et la partie supérieure de la craie de Rouen sont très aquifères. Dans un seul des puits, la venue d'eau a dépassé 7500^{lit} à la minute. Il ne serait donc pas possible de percer le tunnel dans ces couches, et l'on a dû, par des cuvelages très soignés, isoler les puits de ces couches aquifères.

» Au contraire, la base de la craie de Rouen ne laisse passer que très

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1331; 1877.

peu d'eau. C'est dans cette partie que le tunnel devra être percé, les études géologiques ayant montré que la couche paraissait se poursuivre, sans discontinuité ni fracture, de France en Angleterre.

» Les eaux pénétrant dans les travaux sont douces et de très bonne qualité; à la partie supérieure seulement, on a trouvé quelques filets légèrement salés. Néanmoins, la communication des nappes aquifères avec la mer est rendue évidente par l'oscillation du niveau de l'eau dans les puits selon la marée, et par l'affluence toujours plus considérable à marée haute. Cela est d'ailleurs facile à comprendre, toutes les couches aquifères allant affleurer dans le détroit sous la mer.

» L'Association française, pour mieux connaître la couche praticable, a commencé au fond des puits des galeries destinées à s'avancer sur la mer, en contournant le bombement déjà signalé des Quénocs.

» Dans l'une de ces galeries, située à $55^{m},20$ au-dessous du zéro hydrographique, fonctionnera la perforatrice due au colonel Beaumont, dont je présenterai tout à l'heure les dispositions, d'après la Note de M. F. Raoul Duval, et dans l'autre, la machine inventée par un mécanicien anglais, M. Brunton, dont notre regretté confrère M. Delesse a déjà entretenu l'Académie.

» Du côté anglais, la Compagnie du South-Eastern-Railway, qui n'a cessé de se tenir en rapport avec l'Association française, en se basant sur les indications géologiques que celle-ci s'est empressée de lui fournir, a commencé à Shakespeare-Cliff, entre Folkestone et Douvres, un puits de 47^{m} de profondeur seulement, tout entier dans la craie de Rouen. Les quinze premiers mètres, situés au-dessus de la mer et sur le bord de la falaise, se trouvent naturellement drainés. Les trente-deux derniers mètres sont dans la partie qui, peu aquifère du côté français, a été là rencontrée tout à fait imperméable.

» Grâce à cette circonstance si heureuse, on a pu commencer au fond du puits, à la cote de 29^{m} au-dessous du zéro hydrographique français, une galerie s'avançant sous la mer en suivant dans la couche une pente descendante à peu près régulière de $\frac{1}{80}$, ou $12^{mm},5$ par mètre.

» La couche du côté anglais, un peu plus puissante que du côté français, présente une très grande régularité. Aussi la machine Beaumont, qui a été employée au percement, a pu y tracer facilement une galerie parfaitement cylindrique qui a atteint aujourd'hui plus de 1800^{m} à partir du puits, dont 1400^{m} environ sous la haute mer. Sur cette longueur, déjà considérable, il n'y a, pour ainsi dire, aucune venue d'eau.

» Dans les bancs qui forment la base de la craie de Rouen, la roche en masse est presque complètement sèche; elle dégage même de la poussière sous le choc des outils. Les venues d'eau qui y sont observées ont toutes le caractère de petites sources sortant des joints de fracture ou diaclases que l'on rencontre de temps à autre. Un des avantages sérieux de la forme parfaitement cylindrique, à parois unies, que produit le fonctionnement de la machine de M. le colonel Beaumont, est de pouvoir facilement isoler la galerie de ces suintements.

» Cet isolement se réalise par l'emploi d'un revêtement en fonte formé d'anneaux ayant exactement, comme diamètre extérieur, le diamètre intérieur de la galerie. Les anneaux, d'une hauteur de $0^{m},30$, sont divisés en cinq segments consolidés par dix nervures à travers lesquelles passent des boulons qui réunissent les segments entre eux, et chaque anneau aux anneaux voisins.

» Lorsqu'une fissure laissant passer l'eau est rencontrée, on pose un ou plusieurs anneaux de fonte, de manière à la masquer complètement.

» La pose d'un anneau se fait en plaçant d'abord les quatre premiers segments; le cinquième forme clef, et les boulons tendent, pour celui-là, à le séparer du segment voisin, en appuyant fortement tout l'anneau contre la roche par son expansion même; le joint, d'ailleurs très faible, qui existe entre les deux derniers segments est rendu lui-même étanche par l'intercalation préalable entre la fonte et la roche, le long du joint, d'une bande de tôle mince.

» Lorsque les sources sont un peu fortes et que l'eau jaillit avec une certaine vitesse, on a employé avec succès une sorte de mastic au minium qu'on place entre les segments et la roche, et qui est comprimé à la façon d'un joint à eau, par le serrement des anneaux contre la roche. Le mastic sert aussi à assurer l'étanchéité entre deux anneaux voisins.

» Quand la fissure de la roche est très oblique à la direction de la galerie, on est parfois obligé d'accoler plusieurs anneaux à la suite les uns des autres, de manière à former un véritable cuvelage horizontal, dont les deux extrémités doivent atteindre la roche compacte et non fissurée.

» Grâce à la bonne exécution de ces anneaux de fonte, leur pose est très rapide : il ne faut pas plus d'une demi-heure pour poser un anneau complet, et l'expérience faite sur plusieurs points de la galerie ouverte à Shakespeare-Cliff, par la Compagnie anglaise, montre que, par ce procédé si simple, on arrive à aveugler complètement les sources rencontrées.

» En raison de la pente suivant laquelle descend la galerie anglaise, son

extrémité était arrivée récemment à 51^m au-dessous du zéro hydrographique, dans un point où la profondeur de la mer à marée basse est de 5^m : il restait donc 46^m d'épaisseur de craie entre le sol de la galerie et le fond de la mer.

» Ce sera sensiblement à la même cote qu'arrivera, au bout de 1500^m, la galerie partant du fond du puits français et se dirigeant en montant pour étudier le bombement des Quénocs, tout en devant, plus tard, servir comme galerie d'écoulement à l'assèchement d'une partie importante du grand tunnel. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des débris de Mammouth trouvés dans l'enceinte de Paris;* par M. A. Gaudry.

« En faisant les fondations du nouvel Hôtel des postes, rue Pagevin, on a trouvé quelques débris d'animaux quaternaires; M. Guadet, architecte de l'Hôtel des postes, les a remis au Muséum d'Histoire naturelle. Ces débris proviennent d'un Cheval (*Equus caballus*), d'un jeune Cerf (*Cervus elaphus*) et du Mammouth (*Elephas primigenius*). Je mets sous les yeux de l'Académie une molaire qui, par ses lames très serrées, minces et couvertes d'une fine couche d'émail, présente le type le plus accentué de la dentition du Mammouth; pour faire ressortir sa différence avec celles de l'*Elephas antiquus*, je place à côté une molaire de cette espèce, que M. Chouquet vient de recueillir dans le diluvium de Chelles.

» Du temps de Cuvier, on a rencontré des restes de Mammouth près de la Salpêtrière. On en a trouvé aussi dans les sablières de la rue du Chevaleret et à l'hospice Necker. MM. Martin et Reboux ont donné au Muséum des pièces de Mammouth qu'ils ont recueillies à Grenelle, associées avec des restes de Rhinocéros, d'Hippopotames et de Bœufs primitifs. M. Leprat nous a remis une dent de Mammouth découverte rue Lafayette. M. Lecomte, architecte, en faisant construire une maison rue Doudeauville, près du boulevard Ornano, a vu extraire des fouilles un os d'Éléphant, avec des dents du *Rhinoceros tichorhinus*, le compagnon habituel du Mammouth; il a également donné ces pièces au Muséum. Ainsi, non seulement dans la banlieue, mais dans l'enceinte même de Paris, les grands animaux quaternaires n'ont pas été rares.

» On sait que Paris, à l'époque du Mammouth, avait déjà des habitants, puisqu'on y a trouvé des instruments humains dans les mêmes couches où l'on a recueilli des os de Mammouth. »

PHYSIOLOGIE. — *Tableau mobile des différentes attitudes du cheval à une allure quelconque.* Note de M. **Marey**.

« Les notations des allures du cheval exigeant, pour être profitables aux représentations artistiques, une étude préalable, un de nos élèves, M. Cuyer, peintre et prosecteur d'anatomie à l'École nationale des Beaux-Arts, a tenté de les rendre plus faciles à consulter en adoptant une disposition figurative qui, étant donnée la position d'un membre à une période quelconque d'une allure, permet de retrouver instantanément la position des trois autres membres pour cette même période; c'est, on le voit, une sorte de barême ou compte fait de la concordance des membres pour n'importe quelle phase des allures.

» Un cheval articulé est fixé sur une planchette; on interpose entre ces deux surfaces des feuilles de carton, sur lesquelles sont tracés les emplacements que devront occuper les sabots de l'animal; ces sabots et leurs traces correspondantes sont coloriés de la même teinte (les pieds antérieur et postérieur droits, rouge et jaune; les pieds gauches, bleu et vert).

» Ces traces sont numérotées et sont en nombre suffisant pour permettre d'obtenir plusieurs temps de chaque allure.

» En plaçant les sabots sur leur couleur et sur les numéros semblables, on représente les différentes phases de l'amble, du pas, du trot, du galop, du reculer, du saut, du cabrer, de la ruade, etc.

» Des traces, portant des numéros correspondants à ceux des sabots, donnent la position de la tête, de l'encolure, du corps et de la queue. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *De l'action des basses températures sur la vitalité des trichines contenues dans les viandes;* par MM. **Bouley** et **P. Gibier**.

« Le procédé qui, jusqu'à présent, a été conseillé comme le plus sûr pour tuer les trichines dans les viandes qu'elles peuvent infester est de soumettre ces viandes à une cuisson complète.

» On a proposé de substituer l'action du froid à celle de la chaleur, en soumettant des viandes trichinées à une température de -20° à -40°, pendant le temps nécessaire à la pénétration complète du froid jusqu'au centre de la viande.

» Voici les résultats des expériences que nous avons faites pour vérifier l'efficacité de cette idée.

» Un jambon salé provenant de Marseille et d'une très belle apparence a été reconnu infesté de trichines, dont la vitalité a été constatée par l'action de la chaleur. Lorsqu'on chauffait la lame porte-objet, placée sur la platine du microscope, les mouvements dont elles étaient agitées en témoignaient.

» Le 7 juin, on a détaché de ce jambon deux morceaux, l'un de 950^{gr}, l'autre de 1120^{gr}, qui ont été introduits le même jour à 11^{h} du matin dans deux appareils réfrigérants, système Carré, chez MM. Mignon et Rouart.

» La température de l'air dans les récipients a été reconnue être de 22° à 27° au-dessous de zéro.

» Au bout de deux heures et demie, on les a retirés et l'on a constaté, en introduisant un thermomètre à alcool dans leur épaisseur, que leur température intérieure était de — 20°.

» Voici maintenant les différents procédés d'exploration auxquels nous avons eu recours pour juger comparativement de l'état des trichines dans la viande soumise à la congélation et dans celle qui ne l'avait pas éprouvée.

» 1° *Examen microscopique avec l'épreuve de la chaleur.* — Dans la viande non congelée, au moment où l'on a fait agir la chaleur à une température de 35° à 40°, sur la lame de verre où l'on examinait la préparation, on a vu la trichine, quand elle était sortie de son kyste, se dérouler assez vivement. Celles qui étaient enkystées s'enroulaient au contraire. Quand on continuait à chauffer, la trichine éprouvait un mouvement brusque, puis elle devenait immobile. Elle était morte, tuée par la chaleur.

» La trichine de la viande congelée, soumise à la même épreuve, restait immobile. Elle se déformait seulement lorsque, sous l'influence de la chaleur, l'albumine du kyste se contractait.

» 2° *Coloration avec le violet de méthylaniline.* — Lorsque les trichines sont mortes, elles se colorent, au contact de cette substance, avec une intensité égale à celle des fibres musculaires. Vivantes, elles résistent à cette imbibition, pendant plus de huit jours. On peut obtenir, en les tuant par la chaleur, la coloration presque instantanée des trichines dans les préparations où on les voit incolores parce qu'elles vivent. En peu de temps alors elles se colorent.

» Grâce à ce réactif, il devient facile de constater la différence des trichines, au point de vue de la vitalité, dans les viandes congelées et non congelées. Celles des premières se colorent immédiatement, tandis que les

autres conservent leur transparence. On peut obtenir le même résultat avec le picrocarminate d'ammoniaque ou le bleu d'aniline.

» 3° *Examen comparatif des trichines des viandes congelées et non congelées, soumises à l'action digestive dans le canal des oiseaux.* — Les oiseaux ne sont pas susceptibles d'être infestés par les trichines.

» Quand on les alimente avec des viandes trichinées, leurs muscles ne sont pas envahis par les embryons de ce parasite, comme le sont ceux de l'homme et du porc.

» Mais les trichines ingérées vivantes éprouvent dans l'intestin des oiseaux un commencement de développement; et, comme elles résistent à l'action des liquides digestifs, on les retrouve vivantes dans le canal intestinal et dans les excréments. La trichine morte, au contraire, est digérée et l'on n'en retrouve aucune trace.

» Dix jeunes oiseaux ont servi à des expériences comparatives.

» Cinq ont reçu de la viande congelée.

» Cinq de la viande non congelée.

» On avait eu le soin de désaler ces viandes avant de les faire ingérer. L'expérience a duré huit jours.

» Chaque groupe était placé dans une cage munie d'un plateau de zinc où tout a pu être recueilli. Six fois par jour, chaque oiseau a reçu sa ration, et les excréments de chaque cage ont été soumis à l'examen le plus minutieux. Enfin, sur les cinq oiseaux qui avaient mangé de la viande congelée et sur les cinq autres de l'autre groupe, l'examen a porté sur les matières contenues dans le canal intestinal.

» Voici les résultats de ces examens : aucune trichine dans les intestins et dans les excréments des oiseaux nourris avec de la viande congelée.

» Trichines nombreuses dans les intestins et dans les excréments des oiseaux nourris avec de la viande non congelée.

» La viande soumise à la congélation ne subit aucune modification après le dégel; elle reste ce qu'elle était auparavant. L'examen comparatif des morceaux congelés et non congelés ne permet de saisir aucune différence.

» De nouvelles expériences, faites le 16 juin, avec un jambon trichiné, ont démontré qu'il suffisait d'une température de $-12°$ à $-15°$ pour faire périr les trichines. Le jambon, pesant 7^{kgr}, n'est remonté à zéro qu'après cinq heures.

» Somme toute, la démonstration paraît faite par ces expériences, que l'exposition des viandes à une température de $-20°$ et même de $-15°$ est suffisante pour faire périr les trichines qui peuvent leur être incorporées.

» La constatation des effets du froid intense sur la vitalité des trichines

incorporées aux viandes a déjà été faite par l'épreuve de la chaleur et de l'action digestive des oiseaux, à l'École de Médecine de Marseille, par MM. les Professeurs Livon, Bouisson et Caillot de Poncy. Les résultats que nous avons obtenus sont en parfaite concordance avec ceux des expériences faites à Marseille.

» Quant à la valeur de ces résultats de laboratoire, au point de vue de l'application à la prophylaxie pratique contre l'infestation trichinosique, cette question complexe doit être complètement réservée. »

ASTRONOMIE. — *Sur la seconde comète de l'année* 1784. Note de M. **Hugo Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

» Selon les indications de M. Encke, dans la *Correspondance astronomique*, t. IV, on a regardé la découverte de la comète dont nous allons parler comme une plaisanterie du chevalier d'Angos. Cependant, quelques astronomes de la plus haute autorité, par exemple Gauss et d'Arrest, ne furent pas entièrement persuadés par l'analyse de ce célèbre savant et ne considéraient point l'imposture comme étant mise hors de doute. Et, en vérité, il y a bien lieu de croire qu'au moins les deux premières observations, lesquelles ont été communiquées immédiatement à Messier, ont été réellement faites.

» On sait que M. Burckhardt s'est donné beaucoup de peine pour conjecturer les éléments paraboliques de la comète dont il s'agit. Je vais rapporter les résultats qu'il a obtenus, en supposant que les deux distances de la comète à la Terre soient égales.

» L'année dernière, M. Denning a découvert une comète périodique, aussi remarquable par son excentricité peu considérable que par la petitesse exceptionnelle de son inclinaison. Les éléments qu'on a calculés de l'orbite offrant quelque ressemblance avec ceux de la première comète de l'an 1743 et ceux de la quatrième comète de 1819, on est amené à supposer une origine commune de ces trois comètes. Voici les éléments à côté desquels on a placé ceux de M. Burckhardt pour la comète II de l'an 1784 :

	Comète d'Angos.	Comète 1743, I.	Comète 1819, IV.	Comète Denning.
θ	55°	62°	77°	66°
i	26°	2°	9°	7°
π	150°	93°	67°	18°
Log	9,2332	9,9233	9,9506	9,2600
	Direct.	Direct.	Direct.	Direct.

» On voit par les nombres de ce tableau que les éléments calculés par M. Burckhardt s'accordent si bien avec ceux des trois autres comètes qu'on est amené à faire des recherches ultérieures sur les deux observations du chevalier d'Angos. Mais, au lieu d'établir, comme a fait M. Burckhardt, des hypothèses sur les distances, j'ai calculé plusieurs orbites, en supposant des valeurs hypothétiques de la longitude du nœud et de l'inclinaison. Quelques-uns des résultats obtenus de la manière indiquée sont rassemblés dans le tableau suivant :

	Orbite I.	Orbite II.	Orbite III.	Orbite IV.
θ	65°	45°	30°	65°
i	7°	4°	6°	2°
π	163°	127°	60°	149°
log	9,9322	0,0000	9,9347	9,9884
$-e$	9,6967	9,1079	9,6279	9,1131

» On en tire la conclusion que les deux observations *pourraient* appartenir à une comète se mouvant dans une orbite qui offre quelque analogie avec celle des trois comètes dont nous avons parlé. Mais, les éléments donnant toujours les distances de la Terre très petites, on y peut soupçonner de grandes altérations produites par l'attraction de ce corps. Pour les examiner, on a procédé de la manière suivante :

» Soient r et r' les rayons vecteurs de la comète et du Soleil, la Terre étant considérée comme corps principal; soient, de plus, H l'angle entre r et r' et M la masse du Soleil, celle de la Terre étant prise pour unité; on a l'expression suivante de la fonction perturbatrice

$$(\Omega) = l_1^2 \mathrm{M}\left[\frac{1}{r'} - \frac{1}{2}\frac{r^2}{r'^3}(1 - 3\cos \mathrm{H}^2)\right].$$

» On a négligé ici les puissances supérieures de la petite fraction $\frac{r}{r'}$ et l'on a désigné par l_1 un coefficient constant qui dépend des unités qu'on a choisies pour les distances et pour les masses. Dans le cas où l'unité de masse est celle de la Terre, et l'unité de distance $\frac{1}{100}$ de la distance moyenne entre le Soleil et la Terre, on a

$$\log l_1 = 2,42332.$$

» Cela posé, je désigne par H_0 une valeur moyenne de H et je ne con-

sidère que la partie constante de r'; or, en posant

$$\Omega = (\Omega) + f(r),$$
$$-f(r) = \frac{1}{2} l_1^2 (\mu_2) r^2,$$
$$(\mu_2) = \frac{3 \cos H_0^2 - 1}{r'^3} M = \frac{M}{2 r'^3}(1 + 3 \cos 2 H_0),$$

nous aurons pour les coordonnées ξ, η, dans le plan de l'orbite, les équations suivantes

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r^2} + f'(r)\right] \frac{\xi}{r} = \frac{\partial \Omega}{\partial \xi},$$
$$\frac{d^2 \eta}{dt^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r^2} + f'(r)\right] \frac{\eta}{r} = \frac{\partial \Omega}{\partial \eta}.$$

» Maintenant, si l'on désigne par ξ_0 et η_0 les coordonnées intermédiaires, par τ le temps réduit (voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1262), et que l'on pose

$$r_0^2 = \xi_0^2 + \eta_0^2,$$

on aura, en vertu des équations

$$\frac{d^2 \xi_0}{d\tau^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r_0^3} - (\mu_2)\right] \xi_0 = 0,$$
$$\frac{d^2 \mu_0}{d\tau^2} + l_1^2 \left[\frac{1}{r_0^3} - (\mu_2)\right] \eta_0 = 0,$$

les intégrales

$$\xi_0 \frac{d\eta_0}{d\tau} - \eta_0 \frac{d\xi_0}{d\tau} = r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \sqrt{c_0}.$$
$$\left(\frac{dr_0}{d\tau}\right)^2 = -\frac{c_0}{r_0^2} + \frac{2 l_1^2}{r_0} - h + l_1^2 (\mu_2) r_0^2,$$

c_0 et h étant deux constantes arbitraires.

» La constante (μ_2) acquérant, dans notre exemple, une valeur négative, on a effectué les intégrations ultérieures d'après les méthodes indiquées dans mon Mémoire : *Ueber die Bahn eines materiellen Punktes*, etc. Les formules dont nous allons faire usage sont les suivantes :

Soient r_2 et r_1 les valeurs positives de l'équation

$$0 = -c_0 + 2 l_1^2 r_0 - h r_0^2 + l_1^2 (\mu_2) r_0^4,$$

on fera d'abord usage des formules

$$\rho_2 = r_2\sqrt{(\mu_2)}, \qquad \rho_1 = r_1\sqrt{(\mu_2)},$$

$$\mu = \frac{1}{2}(\rho_2 + \rho_1), \qquad \nu = \sqrt{\left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{2}\right)^2 - \frac{2}{r_2 + r_1}},$$

$$k^2 = \frac{2\nu(\rho_2 - \rho_1)}{(\mu + \nu + \rho_1)(\mu - \nu + \rho_2)}, \quad k'^2 = 1 - k^2,$$

$$\mathrm{sn}(\omega, k') = -\sqrt{\frac{\mu - \nu + \rho_2}{\mu + \nu + \rho_2}}, \quad \mathrm{sn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{(\mu - \nu)(\mu + \nu + \rho_1)}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_1)}}.$$

$$\mathrm{cn}(\omega, k') = \sqrt{\frac{2\nu}{\mu + \nu + \rho_2}}, \quad \mathrm{cn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{2\nu\rho_1}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_1)}},$$

$$\mathrm{dn}(\omega, k') = \sqrt{\frac{2\nu}{\mu + \nu + \rho_1}}, \quad \mathrm{dn}(\sigma, k') = \sqrt{\frac{2\nu\rho_2}{(\mu + \nu)(\mu - \nu + \rho_2)}}.$$

Puis, après avoir déterminé ω et σ, on calculera deux quantités ς et ς_1, en vertu des formules

$$1 + \varsigma = \frac{2\mathrm{K}}{\pi}\left[\frac{\pi\sigma}{\mathrm{KK'}} - \frac{d\log\theta(\omega - \sigma, \mathrm{K'})}{d\omega} + \frac{d\log\theta(\omega + \sigma, \mathrm{K'})}{d\omega}\right],$$

$$1 + \varsigma_1 = \frac{2\mathrm{K}}{\pi}\left[\frac{2\rho_1}{\sqrt{(\mu + \nu + \rho_1)(\mu - \nu + \rho_2)}} - 2\frac{d\log\theta(\omega + \mathrm{K})}{d\omega}\right];$$

soit enfin

$$\mathrm{N} = \frac{l_1\sqrt{(\mu_2)}}{1 + \varsigma_1},$$

nous aurons les coordonnées r_0 et v_0, ainsi que le temps réduit en fonctions d'une seule variable u_0. Voici les expressions dont il s'agit :

$$\frac{r_0}{r_1} = \frac{1 - k^2\,\mathrm{sn}\,i\sigma\,\mathrm{sn}\,u_0^2}{1 - k^2\,\mathrm{sn}(i\omega + \mathrm{K})^2\,\mathrm{sn}\,u_0^2},$$

$$v_0 - v^0 = (1 + \varsigma)\frac{\pi}{2\mathrm{K}}u_0 + i\log\frac{\theta(u_0 - i\sigma)}{\theta(u_0 + i\sigma)},$$

$$\mathrm{N}(\tau - \tau^0) = \frac{\pi}{2\mathrm{K}}u_0 - \frac{i}{1 + \varsigma_1}\log\frac{\theta(u_0 - i\omega - \mathrm{K})}{\theta(u_0 + i\omega + \mathrm{K})},$$

où l'on a désigné par v_0 et par τ_0 deux constantes arbitraires. »

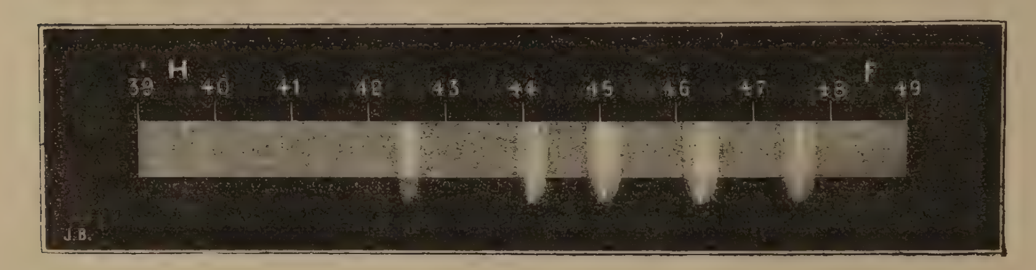
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre photographique de la comète I 1882 (Wells).* Note de M. **W. Huggins.**

« Le 31 mai 1882, j'ai obtenu une photographie du spectre de la comète Wells. Les observations de la partie visible du spectre avaient montré

déjà que cette comète s'écarte essentiellement du type d'hydrogène carboné qui est commun à toutes les autres comètes vues depuis l'an 1864, quand la lumière de ces corps fut soumise pour la première fois à l'analyse spectrale.

» On voit sur la plaque photographique un spectre continu fort, qui s'étend à peu près de F à H, mais l'on n'y peut pas distinguer les raies noires de Fraunhofer. Il est donc évident que la partie de la lumière originale de cette comète, qui est résolue dans un spectre continu, est plus forte par rapport à la lumière solaire réfléchie que dans la comète brillante de l'an dernier.

» On ne peut pas voir non plus sur la plaque les bandes brillantes du cyanogène, qui étaient si fortes dans la comète *b* 1881. Cependant on peut aisément distinguer dans le spectre continu cinq positions au moins où la lumière est plus brillante. Il est bien probable que les parties où la lumière est plus forte sont des bandes de raies brillantes que l'on ne peut



pas résoudre en raison de la faiblesse de l'impression photographique. Cette vue se trouve confirmée par la circonstance que l'on peut tracer ces parties brillantes en dehors du spectre continu du noyau, sur le côté qui correspond à la partie de la chevelure qui est tournée vers le Soleil. La lumière de cette partie de la chevelure est résolue par le prisme presque entièrement dans ces bandes brillantes, parce qu'on voit à peine ici sur la plaque une trace d'un spectre continu.

» La longueur d'onde de la partie la plus brillante de chaque région brillante a été mesurée.

» Ces mesures sont :

λ
4253
4412
4507
4634
4769

» Les raies du sodium sont fortes dans la partie visible du spectre, et il est possible que la vapeur de ce corps puisse contribuer à produire quelques-unes de ces bandes brillantes dans la région la plus réfrangible.

» On sait depuis longtemps que les spectres des météores périodiques ne sont pas les mêmes pour des essaims différents; il n'est donc pas surprenant que la matière du noyau de cette comète possède une constitution chimique qui diffère de celle de toutes les comètes analysées jusqu'à ce jour ».

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le* Laminarites Lagrangei *Sap. et Mar.* Note de M. G. DE SAPORTA, présentée par M. A. Gaudry.

« Les récentes théories de M. A. Nathorst, tendant à expliquer par des traces d'animaux en marche sur la vase sous-marine la plupart des empreintes fossiles considérées jusqu'ici comme des Algues, m'ont engagé à examiner de plus près le *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar., type infraliasique que j'ai signalé de concert avec M. le professeur Marion ([1]). La grande taille de l'Algue présumée était un obstacle à la détermination de ses caractères morphologiques, les fragments recueillis dans la Haute-Marne par M. le Dr Lagrange ne laissant voir de terminaison dans aucun sens; mais l'empressement qu'a mis cet honorable géologue à extraire et à m'expédier de nouvelles plaques d'une dimension exceptionnelle est venu me fournir les éléments d'une solution définitive. Sur ces plaques, on distinguait à première vue des bandelettes parallèlement disposées, peu écartées l'une de l'autre, croisées par d'autres bandelettes, dirigées en sens contraire des premières et leur paraissant superposées. On constatait encore les bifurcations de certaines de ces bandelettes.

» Il s'agissait avant tout de rechercher la nature véritable du thalle dont les bandelettes avaient dû faire partie, si leur attribution à un végétal de la classe des Algues reposait sur quelque fondement. Je suis parti de l'idée que, par l'effet d'une circonstance demeurée inconnue, tenant peut-être à la structure même de l'ancienne plante, il existait, à la superficie des plaques d'un grès tendre et marneux (et toujours à la face inférieure de l'assise), deux portions de thalles ou assemblages de lanières équidi-

---

([1]) Voir *Biblioth. Scient. internat.*, publiée sous la direction de M. E. Alglave, XXXIX; l'*Évolution du règne végétal;* les *Cryptogames,* par G. de Saporta et A.-F. Marion, p. 101, *fig.* 34.

stantes, fortuitement appliqués l'un contre l'autre. Il n'y avait donc qu'à dégager un des deux thalles, en découvrant les bandelettes dont il était formé, dans toute son étendue, pour en saisir aussitôt la disposition. C'est ce que j'ai fait avec un plein succès, en m'attachant aux plus grandes plaques communiquées par M. Lagrange, d'une hauteur totale de plus de $1^m,30$. L'Algue en question a dû sa conservation au mode de fossilisation en *demi-relief*, que j'ai signalé comme plus particulièrement propre aux végétaux aquatiques.

» Par une conséquence forcée de ce procédé, les bandelettes qui constituaient le thalle montrent une de leurs faces, avec l'apparence et le relief qu'elle présentait autrefois, tandis que l'autre face se trouve incorporée à la roche. Une fois débarrassées de toutes les parties qui obstruaient leur contour, les bandelettes ont laissé voir des anastomoses ou points de jonction, qui les réunissent entre elles à des distances variables, de manière à circonscrire des espaces vides de la même largeur que les bandelettes elles-mêmes et d'une longueur qui, le plus souvent, atteint ou dépasse 1^m, de telle sorte que la terminaison de la plupart de ces mailles ou lacunes n'est pas comprise dans le périmètre trop restreint des plaques que j'ai examinées. Quelques-unes pourtant sont plus courtes et mesurent seulement depuis $0^m,30$ jusqu'à $0^m,80$ d'une extrémité à l'autre de l'ouverture; la plus petite dont j'aie eu connaissance excède quelque peu $0^m,10$. Il est donc aisé de concevoir que le thalle de *Laminarites Lagrangei* ne consistait, à l'exemple de celui des *Agarum*, qu'en une multitude de perforations étroites et allongées, séparées par des bandelettes ou barreaux plats, dont la réunion constituait un énorme réseau.

» Si l'on compare la dimension de ces ouvertures à celles dont le thalle de l'*Agarum* ou *Thalassophyllum clathrus*, de la mer Pacifique, est entièrement criblé, et qui mesurent au plus $0^m,04$ à $0^m,05$ de longueur, il est difficile de ne pas attribuer à la plante fossile une extension en tout sens d'au moins 50^m. Du reste, c'est dans la section des Laminariées, à laquelle il semble naturel de rapporter provisoirement le type découvert par M. Lagrange, que se rencontrent, de nos jours, les Algues de plus grande taille. Ici, en s'attachant uniquement à l'attribution phytologique, aucun doute ne saurait prévaloir. Non seulement les bandelettes ont conservé leur aspect, leur *grenu* superficiel, si l'on peut s'exprimer ainsi; non seulement leur bord légèrement sinué, leur face médiane faiblement, mais distinctement convexe, les stries vagues qui les parcourent sont demeurés visibles; mais ces bandelettes se montrent naturellement échancrées et corrugées, le

long de la marge ou dans leur milieu, sur une foule de points, comme si une partie de leur substance avait été enlevée alors qu'elles flottaient, soit par accident, soit par la morsure des animaux. Çà et là on distingue encore des cicatrices déprimées ou des inégalités verruqueuses; enfin, tout se réunit pour confirmer une détermination que l'esprit de système pourrait seul être disposé à contester.

» Du reste, le *Laminarites Lagrangei* ne me paraît pas isolé dans les mers anciennes. Une partie au moins des *Cylindrites* de Gœppert doit être rattachée à ce type ou à un type analogue, dont le thalle ne nous serait connu qu'à l'état de fragments. Mon *Cylindrites latifrons*, de l'aptien du Havre (¹), pourrait bien représenter la base d'un thalle assimilable à celui de l'infralias de Hortes.

» De même qu'auprès des *Agarum* actuels le *Dictyoneurum californicum* Rupp. n'offre à la surface de son phyllome que des dépressions imperforées, dont les contours se trouvent circonscrits par des parties plus saillantes, il a dû de même exister autrefois, non loin du type représenté par le *Laminarites Lagrangei*, un autre type d'Algues dont les bandelettes cylyndroïdes n'auraient été séparées que par des enfoncements presque toujours fermés. Je possède un échantillon de cette nature, recueilli par M. Panescorse dans les psammites qui opèrent la transition du permien au trias, dans le Var. Le procédé de fossilisation est le même, et l'on observe également ici la superposition de deux thalles dirigés en sens inverse l'un de l'autre. De plus, on remarque l'existence d'un sillon médian longitudinal sur chaque bandelette, particularité qui rappelle à l'esprit la structure du *Fræna Goldfussi*, du silurien inférieur de l'Orne (²).

» On voit que, au lieu de tout confondre en voulant tout expliquer à l'aide de pistes d'animaux en marche sur le fond des mers, il est préférable de poursuivre les recherches et de déterminer, parmi les types fossiles controversés, ceux qui doivent continuer à être comptés au nombre des végétaux marins, quelle que soit d'ailleurs l'apparente anomalie de leur structure. »

(¹) *Notice sur les végétaux fossiles de la craie inférieure du Havre* (extrait des *Mémoires de la Société de Géologie de Normandie*); *Compte rendu de l'Exposition de* 1877.

(²) *Évolution des Cryptogames*, p. 78, *fig.* 18.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Etude expérimentale des conditions qui permettent de rendre usuel l'emploi de la méthode de M. Toussaint pour atténuer le virus charbonneux et vacciner les espèces animales sujettes au sang de rate.* Note de M. A. Chauveau.

(Renvoi à la Commission du prix Vaillant.)

« En indiquant, le premier, un procédé de vaccination contre le sang de rate, M. Toussaint a rendu à la Science et à l'Agriculture un service signalé dont on ne lui a pas tenu assez grand compte. L'attention publique a été détournée de la découverte de M. Toussaint par le grand et légitime retentissement des recherches qui ont amené, bientôt après, M. Pasteur à la création, par cultures artificielles, d'un virus charbonneux atténué, fixe, se reproduisant indéfiniment avec ses propriétés plus ou moins bénignes. D'un autre côté, l'inventeur du premier vaccin charbonneux, momentanément condamné à l'inaction par la maladie, n'a pu donner à sa découverte tous les développements qu'elle comporte. Il a paru à l'ancien maître de M. Toussaint qu'il était de son devoir, en attendant le rétablissement complet de son élève, de montrer au public, par de nouvelles recherches expérimentales, toute l'importance de la découverte de M. Toussaint.

» On sait que M. Toussaint vaccine les moutons contre le sang de rate en leur inoculant du sang charbonneux chauffé pendant quelques minutes à une certaine température. On sait aussi, par la démonstration qu'en a donnée M. Pasteur, que l'élévation de température agit dans ce cas en atténuant l'activité du virus, la bactéridie charbonneuse. Cette curieuse modification, imprimée presque instantanément à la virulence de cette bactéridie, diffère-t-elle essentiellement, par sa nature, de la virulence atténuée des bactéridies qui se développent et se multiplient à la température, relativement élevée, de $+42^{\circ}$-43°? Elle passe, en tout cas, pour être beaucoup moins sûre. Je me propose de démontrer que c'est à tort. Employé suivant certaines règles que je vais exposer, le chauffage, pendant un temps très court, du sang infecté de bactéridies transforme ce fluide en un vaccin tout aussi sûr que celui de M. Pasteur.

» La première règle à suivre, la principale, c'est de pratiquer le chauffage de manière à communiquer au sang presque instantanément et également dans toutes ses parties la surélévation de température et de le soustraire de même à cette influence. Lorsque la quantité de sang à transformer

en vaccin est trop considérable, toutes les parties ne sont pas uniformément impressionnées par un très court chauffage; les agents virulents des couches profondes peuvent conserver toute leur activité et leur aptitude à causer une infection mortelle; à moins que le chauffage ne soit trop prolongé, auquel cas on s'expose à tuer absolument le plus grand nombre des agents virulents. Pour éviter cet écueil, il faut renfermer le sang dans de petites pipettes cylindriques, de 1^{mm} au plus de diamètre. On scelle l'extrémité de ces pipettes et l'on plonge la partie qui contient le sang dans une grande masse d'eau portée et maintenue à la température voulue. Au bout du temps convenable, les pipettes sont retirées et plongées dans de l'eau froide. Grâce à la faible masse du véhicule qui renferme les agents virulents, ceux-ci s'échauffent et se refroidissent tous de même, avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

» Une autre règle doit être encore rigoureusement observée si l'on veut assurer pleinement la réussite de l'opération : il faut recueillir le sang dans des conditions qui permettent d'affirmer que les agents virulents introduits dans les tubes ont tous la même vitalité, la même activité, et qu'ils seront ainsi impressionnés de la même manière par le chauffage. C'est le cas quand on prend le sang sur un cochon d'Inde qui vient de mourir, après avoir survécu de trente-six à quarante-huit heures à l'inoculation d'un virus très actif. Avant d'introduire le sang dans les pipettes, on laisse celui-ci se prendre en caillots, que l'on brise et que l'on écrase pour en extraire un sang défibriné, qui est toujours très riche en bâtonnets virulents.

» En une heure, avec un seul cochon d'Inde, il est facile de préparer la quantité de vaccin nécessaire pour inoculer plus de 500 moutons. L'inoculation se fait avec la pointe de la lancette, chargée, par les procédés usuels de mon laboratoire, d'une très petite quantité de virus. Deux ou trois larges piqûres sous-épidermiques, à la face interne d'une oreille, suffisent pour une inoculation active.

» Le vaccin ainsi préparé doit être employé de suite, où le lendemain de sa préparation au plus tard. L'expérience m'a appris qu'il est alors tout aussi inoffensif et efficace que le vaccin Pasteur, *si le chauffage a été pratiqué à une température et pendant un temps convenables.* Voilà le point de très grand intérêt que j'ai à traiter maintenant.

» Entre le point de chauffage qui fait perdre au sang presque toute son activité et celui qui respecte presque toute sa virulence, on croit généralement qu'il n'existe qu'un stade intermédiaire correspondant à un seul

degré d'atténuation plus ou moins difficile à obtenir. C'est une erreur. Mes recherches m'ont appris que la marge comprise entre ces points extrêmes est assez large pour qu'on puisse, en chauffant plus ou moins, obtenir plusieurs degrés d'atténuation; rien de plus facile que de produire ainsi, en quelques minutes, cinq ou six virus-vaccins d'activité presque régulièrement graduée. Cette méthode, pour faire varier l'activité du virus-vaccin, est vraiment d'une admirable simplicité. Voici quelques indications sur son emploi et ses résultats.

» C'est à partir de la température + 43°-44°, suffisante pour empêcher tout développement, toute multiplication de *bacillus anthracis*, qu'on peut soumettre au chauffage le sang charbonneux destiné à être transformé en matière à vaccination. L'opération réussit parfois encore à la température de + 53°-54°. On n'a presque plus de chances de succès, si l'on dépasse tant soit peu cette limite.

» Naturellement, la durée du chauffage doit être en raison inverse de l'élévation de température, et, pour une température donnée, directement proportionnelle au degré d'atténuation que l'on veut obtenir.

» Je laisse provisoirement de côté les expériences que j'ai faites avec les températures inférieures à + 50° ; il suffira, pour le moment, d'indiquer les résultats produits par le chauffage à + 54°, + 52°, + 50°.

» Neuf à dix minutes d'exposition à la température de + 54° suffisent à tuer complètement les bactéridies du sang charbonneux. Ce temps est bien court : il ne permet pas d'opérer avec beaucoup de sûreté l'atténuation du virus. Aussi le chauffage à + 54° est un procédé à écarter, quoique j'aie pu obtenir des vaccins charbonneux en chauffant du sang virulent à cette température pendant huit, sept, six et cinq minutes.

» A + 52°, on peut opérer, au contraire, avec une sécurité à peu près complète. Il faut un chauffage d'environ quinze à seize minutes pour arriver alors à anéantir toute vitalité dans le virus. Avec le chauffage de quatorze minutes, l'activité virulente de la bactéridie est respectée, mais extrêmement atténuée. Cette atténuation se marque de moins en moins, si l'on fait descendre la durée du chauffage à douze, dix, huit, six minutes.

» C'est le chauffage à + 50°, mis en œuvre par M. Toussaint, que j'ai étudié avec le plus de soin. Avec cette température, il faut environ vingt minutes pour tuer la bactéridie charbonneuse. Le chauffage pendant dix-huit minutes produit un excellent vaccin d'une très grande atténuation. L'atténuation est encore marquée après un chauffage d'une durée de dix minutes; mais elle n'est déjà plus suffisante pour permettre de premières

vaccinations absolument inoffensives. A plus forte raison en est-il de même si la durée du chauffage est réduite à huit minutes. Entre ces deux degrés extrêmes d'atténuation, s'intercalent naturellement un certain nombre de degrés intermédiaires graduellement croissants, quand on fait varier la durée du chauffage de dix-huit à dix minutes.

» Une première inoculation avec du vaccin faible (sang chauffé à + 50° pendant quinze minutes) et une seconde inoculation, à dix ou quinze jours d'intervalle, avec du vaccin fort (sang chauffé pendant neuf à dix minutes) préservent les moutons des atteintes du virus le plus actif inoculé plus tard.

» Ce n'est pas seulement par le résultat des inoculations qu'il est permis de juger du degré d'atténuation que le chauffage de durée plus ou moins courte communique à l'activité du virus charbonneux. La diminution de la virulence coïncide toujours avec un affaiblissement équivalent dans l'activité de la prolifération du microphyte. La constatation de cet affaiblissement constitue même un très élégant et un très intéressant moyen de prouver que l'influence atténuante du chauffage varie comme la durée de celui-ci.

» Ainsi, que l'on prépare dix petits ballons à culture exactement de la même manière, et qu'on ensemence le liquide qu'ils contiennent (bouillon de mouton) avec une goutte de même sang charbonneux, non chauffé ou chauffé à + 52° pendant huit, neuf, dix, onze, douze, treize, quatorze, quinze, seize minutes. Placés dans une étuve à + 38°, ces ballons ne se comporteront pas de la même manière, au point de vue des progrès de la culture. En les observant avec soin, à intervalles assez rapprochés, on constate que le travail de prolifération commence à apparaître dans le ballon ensemencé avec le sang non chauffé, puis, en suivant de très près, dans ceux dont la semence n'a été chauffée que pendant huit, neuf, dix minutes. Ce travail est encore plus tardif là où la durée de l'échauffement de la semence a été portée à onze, douze minutes. Au bout de vingt-quatre heures, il débute à peine dans le ballon ensemencé avec le sang exposé treize minutes à l'élévation de température. Ce n'est guère qu'après quarante-huit heures qu'on voit poindre les premiers linéaments de flocons de mycélium dans le ballon à demeure, chauffé pendant quatorze minutes. Enfin le développement, très problématique dans l'avant-dernier ballon (semence chauffée quinze minutes), se montre absolument nul dans le dernier (semence chauffée seize minutes).

» Ces renseignements nouveaux donnent sa valeur réelle au fait décou-

vert par M. Toussaint. Je me garderai bien de le comparer, au point de vue de l'importance scientifique, à cette merveilleuse création de races de virus-vaccin que nous devons à M. Pasteur. Mais je pense que, sur le terrain de l'utilisation pratique, les deux méthodes de vaccination peuvent se partager la faveur publique et l'honneur des services à rendre à l'Agriculture. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Physique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Billet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Lallemand obtient	. . . .	27	suffrages
M. Violle	»	14	»
M. Alluard	»	2	»
M. Crova	»	1	»
M. Terquem	»	1	»

M. **Lallemand**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage intitulé : Account of observations of the transit of Venus, 1874, december 8, made under the authority of the British government; and of the reduction of the observations. Edited by sir *George Biddell Airy*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales eulériennes*. Note de M. **J. Tannery**, présentée par M. Hermite.

« On sait que M. Prym a montré que la fonction $\Gamma(x)$ pouvait se mettre sous la forme $\Gamma(x) = P(x) + Q(x)$, où

$$P(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{1}\frac{1}{x+1} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{x+2} - \ldots,$$

et où $Q(x)$ est une fonction transcendante entière. On obtient aisément

(*voir* le travail de M. Bourguet sur le *Développement en séries des intégrales eulériennes*) le coefficient de x^n dans le développement en série de $Q(x)$, suivant les puissances entières et positives de x sous forme d'une intégrale définie; mais la complication de cette intégrale définie fait désirer la connaissance d'un autre développement plus simple. Je suis parvenu, *dans le cas où la variable x est réelle,* à l'expression suivante :

$$(1)\qquad eQ(x) = \cfrac{1}{2-x-\cfrac{1(1-x)}{4-x-\cfrac{2(2-x)}{6-x-\cfrac{3(3-x)}{8-x-\ldots}}}}$$

La méthode que j'ai suivie laisse entièrement douteuse la légitimité de ce développement quand x est imaginaire. Elle repose sur le théorème [1] suivant, dont la démonstration est aisée, et qui peut être utilisé dans d'autres circonstances. Soient $U(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} u_n x^n$, $V(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} v_n x^n$ deux séries procédant suivant les puissances entières et positives de la variable réelle x, et dans lesquelles les coefficients u_n, v_n sont, au moins à partir d'un certain rang, tous positifs; je suppose que le rapport $\frac{u_n}{v_n}$ ait, pour n infini, la limite λ; si, a étant un nombre positif, les deux séries sont convergentes sous les conditions $0 < x < a$ et si, lorsque x tend vers a par des valeurs inférieures à a, les sommes U et V des deux séries augmentent indéfiniment, le rapport $\frac{U}{V}$ tendra vers la limite λ lorsque x tendra vers a par des valeurs plus petites que a.

» Ceci posé, la définition de la fonction $Q(x)$ donne immédiatement

$$Q(p) = \int_0^1 \frac{dx}{(1-x)^{p+1} e^{\frac{1}{1-x}}};$$

les deux quantités

$$z = e^{\frac{1}{1-x}}(1-x)^p, \quad u = e^{\frac{1}{1-x}}(1-x)^p \int_0^x \frac{dx}{(1-x)^{p+1} e^{\frac{1}{1-x}}},$$

sont évidemment, pour x compris entre zéro et 1, développables en séries

---

(1) M. Appell a signalé un cas particulier de ce théorème (*Comptes rendus,* t. LXXXVII, 1878; p. 689).

procédant suivant les puissances entières et positives de x; elles augmentent indéfiniment quand x tend vers 1 par des valeurs plus petites que 1, et l'on a

$$Q(p) = \lim_{x=1} \frac{u}{z};$$

on voit facilement que les quantités u et z vérifient les deux équations

$$u'(1-x)^2 - u(px-p+1) = 1-x,$$
$$z'(1-x)^2 - z(px-p+1) = 0,$$

et l'on en conclut que, en faisant

$$u = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{a_n x^n}{1.2\ldots n}, \quad z = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{b_n e x^n}{1.2\ldots n},$$

on a, pour n supérieur à 2,

$$a_n = (2n-1-p)a_{n-1} - (n-1)(n-p-2)a_{n-2},$$
$$b_n = (2n-1-p)b_{n-1} - (n-1)(n-p-2)b_{n-2},$$
$$a_1 = 1, \quad a_2 = 2-p, \quad b_1 = 1-p, \quad b_2 = (3-p)(1-p)+p.$$

» On déduira de là facilement que, pour chaque valeur réelle de p, les coefficients a_n, b_n finissent toujours par être tous de même signe, en sorte qu'on pourra appliquer le théorème énoncé plus haut, pourvu que le rapport $\frac{a_n}{b_n}$ ait une limite pour n infini. Or, si l'on considère la fraction continue

$$I(p) = \cfrac{1}{1-p-\cfrac{1(0-p)}{3-p\cfrac{2(1-p)}{s-p-\ldots}}}$$

et si l'on représente par $\frac{P_1}{Q_1}, \frac{P_2}{Q_2}, \ldots$ les réduites successives

$$\frac{1}{1-p}, \quad \frac{3-p}{(1-p)(3-p)+p}, \quad \ldots$$

de cette fraction continue, les numérateurs et les dénominateurs P_n, Q_n obéiront à la même loi de récurrence que a_n et b_n et l'on aura, pour p différent de zéro,

$$a_n = \frac{1}{p}(P_n - Q_n), \quad b_n = Q_n, \quad \frac{P_n}{Q_n} = p\frac{a_n}{b_n} + 1.$$

Or, d'après la nature de la fraction continue $I(p)$, les réduites, à partir d'un certain rang, finissent par aller toujours en augmentant; les réduites successives tendent donc vers une limite, ou grandissent indéfiniment; mais, dans ce dernier cas, $\frac{b_n}{a_n}$ aurait, pour n infini, la limite zéro et l'on aurait, en vertu du théorème qui sert de point de départ,

$$\lim_{x=1} \frac{z}{u} = 0,$$

ce qui est impossible, puisque $Q(x)$ est une quantité finie; on a donc

$$I(p) = peQ(p) + 1 = eQ(p+1),$$

égalité qui, pour $p = 0$, est évidente. En remplaçant p par $x - 1$, on obtient la formule (1).

» Il est aisé d'effectuer directement le développement en série ordonnée suivant les puissances entières et positives de x de la quantité

$$\frac{z}{e} = (1-x)^p e^{\frac{x}{1-x}} = \sum_{n=x}^{n=\infty} \frac{x^n (1-x)^{p-n}}{1.2\ldots n};$$

il suffira de développer chaque terme de cette dernière série et de réunir ensemble les termes qui correspondent à une même puissance de x; à cause de l'égalité $b_n = Q_n$, on voit qu'on parviendra ainsi à l'expressiondu dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue $I(p)$, d'où l'on déduira pour le dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue (1) la valeur

$$q_n = 1 + \frac{n}{1}(n-x) + \frac{n(n-1)}{1.2}(n-x)(n-x-1) + \ldots + (n-x)(n-x-1)\ldots(1-x),$$

qui, par sa forme, met en évidence la propriété de la fonction $eQ(x)$ de prendre des valeurs entières pour toute valeur entière et positive de x.

» Enfin, on pourra substituer à la fraction continue (1) le développement en série suivant, dans lequel la somme des n premiers termes est égale à la $n^{\text{ième}}$ réduite

$$eQ(x) = \frac{1}{q_1} + \frac{\varphi_1}{q_1 q_2} + \frac{\varphi_2}{q_2 q_3} + \cdots + \frac{\varphi_{n-1}}{q_{n-1} q_n} + \cdots,$$

où

$$\varphi_{n-1} = 1.2.3\ldots(n-1)(1-x)(2-x)\ldots(n-1-x). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« M. Liouville a démontré le théorème suivant sur les fonctions doublement périodiques :

» *Si l'on considère les zéros et les infinis d'une fonction méromorphe doublement périodique, qui sont situés dans un même parallélogramme élémentaire, la somme des zéros ne diffère de celle des infinis que par des multiples des périodes.* (Voir *Théorie des fonctions elliptiques,* par MM. Briot et Bouquet, 2e édition, p. 242.) Comme ce théorème se rattache au théorème d'Abel, on est conduit à penser que l'on pourra déduire du théorème d'Abel une proposition sur les fonctions abéliennes, analogue à celle de M. Liouville sur les fonctions doublement périodiques.

» Soient, en adoptant les notations de M. Briot (*Théorie des fonctions abéliennes,* p. 90), $F(x, y) = 0$ une équation algébrique de degré m en y et

$$(1) \qquad \sum_{k=1}^{k=p} u^{(i)}(x_k, y_k) = u_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

les équations différentielles abéliennes correspondantes, où l'on suppose, pour simplifier, que toutes les intégrales $u^{(i)}(x_k, y_k)$ ont la même limite inférieure (x_0, y_0). Considérons, en particulier, les p fonctions abéliennes

$$(2) \qquad \begin{cases} x_1 + x_2 + \ldots + x_p = f_1(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_1, \\ x_1 x_2 + x_1 x_3 + \ldots + x_{p-1} x_p = f_2(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_1 x_2 \ldots x_p = f_p(u_1, u_2, \ldots, u_p) = s_p. \end{cases}$$

» Si l'on donne à $s_1, s_2, \ldots, s_p$ des valeurs numériques quelconques, ces équations (2), dans lesquelles on considère comme inconnues u_1, $u_2, \ldots, u_p$, donneront, pour ces inconnues, une infinité de systèmes de valeurs; imaginons ces systèmes partagés en groupes de telle façon que deux systèmes de valeurs $(u'_1, u'_2, \ldots, u'_p)$ et $(u''_1, u''_2, \ldots, u''_p)$ se trouvent dans des groupes différents ou dans le même groupe, suivant que les différences

$$u'_1 - u''_1, \; u'_2 - u''_2, \; \ldots, \; u'_p - u''_p$$

forment ou non un système de périodes ([1]). Alors :

» 1° *Le nombre des systèmes appartenant à un même groupe est* m^p *quels que soient* $s_1, s_2, \ldots, s_p$;

» 2° *Les* m^p *systèmes de valeurs formant un même groupe se partagent de plusieurs façons en* m^{p-1} *sous-groupes formés chacun de* m *systèmes, tels que, si l'on désigne par*

$$\begin{array}{cccc} u_1, & u_2, & \ldots, & u_p, \\ u'_1, & u'_2, & \ldots, & u'_p, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ u_1^{(m-1)}, & u_2^{(m-1)}, & \ldots, & u_p^{(m-1)} \end{array}$$

les m *systèmes de l'un de ces sous-groupes, on ait les relations*

$$u_i + u'_i + u''_i + \ldots + u_i^{(m-1)} \equiv C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

dans lesquelles les C_i *sont des constantes indépendantes des valeurs attribuées à* $s_1, s_2, \ldots, s_p$.

» Voici la démonstration de ces théorèmes.

» Lorsque, dans les équations (2), on donne à $s_1, s_2, \ldots, s_p$ des valeurs numériques, on en déduit pour $x_1, x_2, \ldots, x_p$ un seul système de valeurs, et alors les équations (1) donnent les valeurs correspondantes de $u_1, u_2, \ldots, u_p$. Or on sait que les intégrales $u^{(i)}(x_k, y_k)$, $(i = 1, 2, \ldots, p)$, lorsque x_k est donné et que y_k ne l'est pas, admettent m systèmes de valeurs distinctes augmentées de multiples de périodes; on en conclut immédiatement qu'en négligeant les multiples de périodes conjuguées, les équations (1) donnent, pour $u_1, u_2, \ldots, u_p$, m^p systèmes de valeurs. Parmi ces m^p systèmes, isolons un sous-groupe de m systèmes de valeurs formés de la façon suivante. Le premier système $u_1, u_2, \ldots, u_p$ est formé en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y_1, y_2, \ldots, y_p$ de y; le deuxième $u'_1, u'_2, \ldots, u'_p$ est formé en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y'_1, y'_2, \ldots, y'_p$ respectivement différentes de $y_1, y_2, \ldots, y_p$; le troisième $u''_1, u''_2, \ldots, u''_p$ en associant à $x_1, x_2, \ldots, x_p$, les valeurs $y''_1, y''_2, \ldots, y''_p$ respectivement différentes des précédentes $y_1, y'_1; y_2, y'_2; \ldots, y_p, y'_p$; et ainsi de suite jusqu'au dernier système $u_1^{(m-1)}, u_2^{(m-1)}, \ldots, u_p^{(m-1)}$, obtenu en associant, dans les équations (1), à $x_1, x_2, \ldots, x_p$ les valeurs $y_1^{(m-1)}, y_2^{(m-1)}, \ldots, y_p^{(m-1)}$ respectivement différentes des précédentes; de telle sorte que les valeurs $y_k, y'_k, \ldots, y_k^{(m-1)}$ soient les m racines

---

(1) Voir *Untersuchungen ueber die 2r-fach periodischen Functionen von r Veränderlichen*, de M. Weierstrass (*Journal de Crelle*, t. 89).

distinctes de l'équation

$$F(x_k, y) = 0.$$

» Le sous-groupe étant ainsi formé, la somme $u_i + u'_i + \ldots + u_i^{(m-1)}$ est égale à

$$\sum_{k=1}^{k=p} [u^{(i)}(x_k, y_k) + u^{(i)}(x_k, y'_k) + u^{(i)}(x_k, y''_k) + \ldots + u^{(i)}(x_k, y_k^{(m-1)})];$$

or, d'après le théorème d'Abel appliqué au cas le plus simple (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 78), la quantité entre crochets a une valeur constante indépendante de x_k. Donc la somme

$$u_i + u'_i + \ldots + u_i^{(m-1)}$$

a une valeur constante indépendante de $x_1, x_2, \ldots, x_p$, c'est-à-dire de $s_1, s_2, \ldots, s_p$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication déjà ancienne (*Comptes rendus*, 3 mars 1881), j'ai traité le problème de la réduction des intégrales hyperelliptiques du premier genre aux intégrales elliptiques. La proposition principale à laquelle j'étais arrivé peut s'énoncer ainsi : Si une intégrale de première espèce, correspondant au polynôme du cinquième degré

$$y^2 = x(1-x)(1-k^2x)(1-l^2x)(1-m^2x),$$

a seulement deux périodes, on pourra toujours, par une transformation du premier ordre, amener un système de périodes d'intégrales normales à avoir la forme

$$\begin{matrix} 0 & 1 & G & \frac{1}{D}, \\ 1 & 0 & \frac{1}{D} & G', \end{matrix}$$

où D est un entier positif. De ce résultat se tirent immédiatement les formes

de k^2, l^2 et m^2. On sait, en effet, que, dans le cas général où un système de périodes d'intégrales normales est représenté par

$$\begin{matrix} 0 & 1 & G & H, \\ 1 & 0 & H & G', \end{matrix}$$

les modules k^2, l^2, m^2 de Richelot s'expriment par des quotients de fonctions Θ formées à l'aide de G, H et G', pour des valeurs zéro données aux arguments; on a ainsi, en employant les notations de M. Weierstrass,

$$k = \frac{\theta_{23}\theta_4}{\theta_{01}\theta_5}, \quad l = \frac{\theta_{03}\theta_{23}}{\theta_{12}\theta_{01}}, \quad m = \frac{\theta_{03}\theta_4}{\theta_{12}\theta_5}.$$

Il suffit de remplacer, dans ces expressions, H par $\frac{1}{D}$ pour avoir l'expression générale des modules k, l, m donnant un polynôme du cinquième degré qui jouisse de la propriété indiquée. Il faut toutefois, bien entendu, ajouter à ces modules tous ceux qui s'en déduisent par une transformation du premier ordre. De plus, on peut exprimer, à l'aide des fonctions Θ, comme on le voit dans le Mémoire couronné de Rosenhain (*Savants étrangers*, 1851), les coefficients P et Q de l'intégrale normale

$$\int \frac{(P + Qx)\,dx}{y},$$

ayant précisément pour périodes 0, 1, G, H. En remplaçant dans P et Q H par $\frac{1}{D}$, nous avons une intégrale hyperelliptique n'ayant que deux périodes, et l'on voit facilement que le quotient $\frac{P}{Q}$ peut s'exprimer algébriquement à l'aide de k, l et m.

» Il faut maintenant obtenir la substitution algébrique qui transformera l'intégrale précédente en une intégrale elliptique. Nous établissons, à cet effet, la proposition suivante : Soit la fonction Θ de Jacobi obtenue en faisant

$$2K = \frac{1}{D} \quad \text{et} \quad 2iK' = G;$$

l'expression

$$\Theta\left[\int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{(P + Qx)\,dx}{y} - \alpha\right],$$

où α désigne une constante arbitraire, est une fonction du point analytique (x, y), qui a D racines. C'est, comme on le voit, une proposition

analogue au théorème célèbre de Riemann dans la théorie générale des fonctions abéliennes.

» Considérons maintenant l'équation

$$(1) \qquad \int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{(P + Qx)\,dx}{y} = u;$$

la fonction x de u sera racine d'une équation algébrique dont les coefficients seront des fonctions doublement périodiques de u.

» Soit $\operatorname{sn} x$ la fonction elliptique correspondant aux valeurs, indiquées précédemment, de K et K′, et désignons par A_1 l'intégrale (1), prise suivant un chemin arbitraire de (x_0, y_0) à $(x = 0,\ y = 0)$; il résulte du théorème qui vient d'être énoncé que l'expression

$$\operatorname{sn}(u)\operatorname{sn}(2A_1 - u),$$

u étant défini par l'équation (1), est une fonction rationnelle de x, dont le numérateur et le dénominateur sont des polynômes de degré D. La fonction x de u, définie par l'équation (1), sera donc donnée par une équation de la forme

$$\frac{f(x)}{F(x)} = \operatorname{sn} u \operatorname{sn}(2A_1 - u),$$

f et F étant des polynômes de degré D.

» Mais on peut aller plus loin en faisant servir la relation précédente elle-même à la détermination de f et de F. Développons, en effet, dans le voisinage de $x = x_0$, l'expression $\operatorname{sn}(u)\operatorname{sn}(2A_1 - u)$ [où u représente l'intégrale (1)] suivant les puissances croissantes de $x - x_0$. Entre $D + 1$ coefficients consécutifs quelconques de ce développement devra exister une relation récurrente dont on trouvera les coefficients par des équations du premier degré; les coefficients de $F(x)$ se trouveront alors déterminés, et l'on trouvera de même uniquement, par des équations du premier degré, ceux de $f(x)$. Le problème se trouve donc alors complètement résolu, car la transformation

$$\frac{f(x)}{F(x)} = z$$

transformera l'intégrale hyperelliptique en une intégrale elliptique.

» Remarquons, en terminant, que le cas considéré autrefois par Jacobi, où

$$y = x(1 - x)(1 - ax)(1 - bx)(1 - abx),$$

correspond à $D = 2$, et la substitution à employer dans ce cas est bien effectivement du second degré. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la machine perforatrice de M. le colonel Beaumont, employée au chemin de fer sous-marin.* Note de M. F. **Raoul Duval**, présentée par M. Daubrée.

« La Société de construction des Batignolles (anciens établissements Gouin) a achevé, il y a quelques semaines, la construction de la machine perforatrice brevetée de M. le colonel Beaumont, du Génie militaire anglais. Cette machine est destinée à travailler très prochainement au creusement des galeries projetées par l'Association française du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, en vue de préparer l'exécution ultérieure du grand tunnel lui-même.

» Au lieu de forer par percussion des trous de mine de faible dimension, comme au mont Cenis et au Gothard, la machine de M. le colonel Beaumont doit creuser d'un seul coup, sans le secours d'explosifs, une galerie de $2^{m},14$ de diamètre, parfaitement cylindrique, en travaillant à la façon d'une gigantesque tarière.

» La nature de la roche dans laquelle le tunnel sous-marin doit se maintenir se prête, par son homogénéité et sa dureté relativement modérée, à un travail de cette nature. Déjà, du côté de l'Angleterre, plus de 2^{km} de longueur ont été percés dans le banc de craie correspondant avec une machine Beaumont. Celle construite en France présente divers perfectionnements qui assurent que le fonctionnement, déjà satisfaisant en Angleterre, se trouvera encore notablement amélioré.

» L'outil de la machine Beaumont consiste en une sorte de T dont la croix porte une série de couteaux en grattoirs destinés à attaquer la roche. La longueur de la croix correspond par conséquent au diamètre de la galerie à creuser. La disposition et le mode d'attache de ces couteaux rappellent beaucoup ceux des crochets de tours ou de machines à raboter.

» La tige du T, consistant en un long arbre en acier très puissant, reçoit son mouvement de rotation grâce à une série d'engrenages très solidement construits, ralentissant successivement le mouvement pris à l'origine sur l'arbre manivelle d'une machine à deux cylindres conjugués, actionnée elle-même par de l'air comprimé. En même temps que se produit le mouvement de rotation, un système hydraulique, analogue à celui des ascenseurs que l'usage dans les habitations de Paris a déjà rendu familiers, pro-

duit un mouvement de translation qui peut avoir lieu en avant, en arrière, ou être suspendu par un simple jeu de valve.

» Pour permettre, grâce à cet appareil hydraulique, le mouvement de la machine, celle-ci se compose de deux parties se déplaçant, l'une par rapport à l'autre, par glissement. La partie inférieure consiste en un segment de chaudière en forte tôle d'un rayon presque égal à celui de la galerie à creuser. Elle constitue une sorte de berceau portant des glissières, sur lesquelles se meut la partie supérieure, puissant bâti en fonte qui porte tout le mécanisme.

» Le berceau est relié au piston de l'ascenseur, et le bâti au corps cylindrique; de sorte que, lorsque l'on introduit l'eau par une petite pompe dans le corps cylindrique, le piston étant relié au berceau, qui lui-même repose sur le sol de la galerie, c'est le corps cylindrique et le bâti de la machine faisant corps avec lui qui, sous l'effort de la pression, s'avance sur les glissières, en appuyant contre le front de taille de la galerie les outils découpeurs; ceux-ci, dans un mouvement lent de rotation de 1 tour et demi à 3 tours par minute, accomplissent leur œuvre.

» Les débris de la roche tombent sur le sol de la galerie, d'où ils sont relevés par de vastes cuillers formées par deux évidements réservés dans la branche du T qui constitue le porte-outil. Ces cuillers, dans leur mouvement de rotation, se vident dans une chaîne à godets qui, en passant dans le corps cylindrique formant berceau et prenant son mouvement par un engrenage conique sur l'arbre de la manivelle, vient rejeter les déblais en arrière de la machine, à une hauteur qui permet leur chargement direct dans des wagonnets disposés à cet effet.

» Lorsque l'outil, sous l'action de la pression hydraulique, a parcouru une longueur de $1^{m},37$, on arrête quelques instants pour soulever tout l'appareil de $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ avec une combinaison de crics appropriés: le berceau cesse alors de reposer sur le sol de la galerie, et, en faisant agir la pression de l'eau sur l'autre face du piston, le berceau, relié à la tige du piston, est entraîné à son tour, par rapport au bâti immobilisé sur les crics, et il vient reprendre sous l'action de la pompe sa place originaire. Les crics sont alors soulagés et l'appareil est prêt pour un nouvel avancement. Toute cette manœuvre fort simple n'exige que quelques courts instants.

» La machine Beaumont sera alimentée, au chantier de Sangatte, avec de l'air comprimé par les appareils de M. le professeur Colladon, correspondant de l'Institut, à une pression de 2^{atm} effectifs.

» La distribution d'air est calculée pour donner à l'arbre manivelle une

vitesse normale de 100 tours par minute, et à l'outil lui-même celle d 1 tour et demi à la minute.

» Le mouvement hydraulique est calculé pour produire un avancement de $0^m,012$ par tour, soit $0^m,018$ par minute, en rapport avec la dureté de la craie grise où les galeries doivent être percées.

» Dans ces conditions de marche, l'avancement de la galerie serait de $1^m,08$ par heure; mais, en raison des manœuvres pour remettre la machine en fonctionnement, lorsque l'extrême déplacement d'une partie par rapport à l'autre (soit $1^m,37$) a été atteint, on ne peut compter, au maximum, que sur un avancement de 1^m par heure, ce qui est déjà un très bon résultat. La machine qui travaille du côté anglais, quoique d'un type moins puissant, atteint des avancements de 15^m en vingt-quatre heures, soit environ $0^m,60$ à l'heure.

» La forme parfaitement circulaire des galeries, la netteté de leurs parois frappent vivement les personnes qui les visitent. Il y a dans l'emploi de la machine Beaumont un progrès considérable pour l'art du mineur, lorsqu'il s'agit de pousser des travaux souterrains dans des roches de dureté moyenne et de composition assez régulière, comme la base de la craie de Rouen. La rapidité d'avancement, la suppression de l'emploi de la poudre ou d'autres agents explosifs, la sécurité plus grande qui en résulte pour les ouvriers mineurs, tant par un meilleur aérage que par l'absence d'ébranlements qui, en se propageant à travers les bancs de rocher, créent toujours le danger de communication avec les couches aquifères voisines; tout cela constitue des traits caractéristiques d'une grande importance, au point de vue de l'exécution d'un travail aussi spécial que celui de la construction du chemin de fer sous-marin. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'emploi des couples zinc-charbon dans l'électrolyse.* Note de M. D. Tommasi.

« Je demande à l'Académie la permission de répondre en quelques mots aux objections que M. Berthelot a faites à ma dernière Note (1).

» 1° J'ai montré que, avec deux couples zinc-charbon et acide sulfurique étendu, on pouvait décomposer une solution de sulfate de potassium, alors que cette décomposition ne pouvait s'effectuer à l'aide de deux couples zinc-platine et eau acidulée par SO^4H^2. Cette expérience a été répétée en

(1) *Comptes rendus*, séance du 5 juin 1882.

employant des solutions de sulfate de potassium de différentes concentrations, depuis 1 pour 100 jusqu'à saturation, mais on n'a pas pu observer de différence appréciable entre l'électrolyse de ces solutions.

» 2° La décomposition du sulfate de potassium, dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré, ne peut être attribuée à la présence de quelques corps étrangers contenus dans le charbon, car, même en admettant, dans le cas le plus défavorable, que le charbon contînt des substances métalliques, cela ne pourrait que diminuer plutôt qu'augmenter la différence du potentiel aux extrémités du circuit.

» 3° Quant à la substitution du charbon pur au platine dans un couple zinc-platine et eau acidulée par SO^4H^2, M. Ed. Becquerel avait déjà observé, dès 1856 (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLVIII), que la force électromotrice de ce couple diminuerait au lieu d'augmenter. On sait cependant depuis que, dans les couples à deux liquides, la substitution du charbon au platine peut, ou ne pas changer notablement la force électromotrice du couple (élément de Grove ou de Bunsen), ou bien l'augmenter dans des proportions assez fortes (couple au bichromate de potasse).

» 4° Il ne paraît non plus probable que l'augmentation de la force électromotrice des couples à charbon soit due à l'absorption de l'hydrogène ou de l'oxygène par le charbon, car, comme je l'ai déjà fait observer, pour obtenir de bons résultats avec ces couples, il faut que les charbons renferment dans leurs pores un gaz, l'acide carbonique par exemple, qui, par sa présence, empêche ou du moins retarde la polarisation de l'électrode positive de la pile. Je ne nierai pas toutefois que l'absorption de certains gaz par le charbon ne fût peut-être la cause de l'augmentation de l'énergie des couples à charbon, mais cette supposition ne saurait être admise tant qu'elle ne sera pas démontrée par l'expérience. »

CHIMIE. — *Sur le silicium.* Note de MM. **P. Schutzenberger** et **A. Colson.**

« On sait que le platine chauffé au feu de forge, en contact avec du charbon, devient fusible. M. Boussingault a montré que cette altération est due à la production de siliciure de platine, par suite de la réduction de la silice du charbon sous l'influence du métal.

» Nous avons constaté le même phénomène en chauffant au rouge blanc une lame ou un fil de platine, au centre d'une épaisse couche de noir de fumée non silicifère. L'accroissement de poids du métal et l'augmentation

de sa fusibilité sont dus, comme dans l'expérience de Collet-Descotils, à la fixation de *silicium*. Comme celui-ci ne peut plus provenir directement du charbon qui enveloppe le platine, nous avons cherché à nous rendre compte de la forme sous laquelle il avait pu se transporter des parois du creuset à travers une couche de noir de fumée de plusieurs centimètres d'épaisseur, malgré une volatilité à peu près nulle dans les conditions de température de l'expérience.

» Les essais suivants jettent quelque jour sur cette question :

» 1° Une lame mince en platine, roulée en spirale, est placée dans un petit creuset en charbon de cornue fermé par un couvercle tourné en même substance. Ce creuset est placé au centre d'un second creuset plus grand, en terre réfractaire, et l'espace vide est rempli avec du noir de fumée tassé fortement. On chauffe pendant une heure et demie au rouge blanc dans un bon fourneau à vent. Après refroidissement, on trouve généralement la lame réunie en un lingot fondu, avec une notable augmentation de poids, due à la fixation de silicium, qui a pénétré sous forme de vapeurs à travers les parois du vase intérieur.

» 2° Si, dans l'expérience précédente, on remplace le noir de fumée par un mélange de noir de fumée et de rutile (acide titanique) en poudre fine, la lame de platine qui sert de réactif reste absolument intacte et ne change pas de poids. La brasque titanifère préconisée par H. Sainte-Claire Deville pour arrêter l'azote dans les essais à température élevée s'oppose donc aussi au transport du silicium.

» Un mélange de charbon et de fer divisé est, au contraire, inefficace.

» Il semble résulter de ces faits que l'azote joue un rôle dans le transport du silicium, que l'on n'arrive à empêcher que par les moyens s'opposant au passage de l'azote. Peut-être se forme-t-il, sous la double influence de l'azote et du charbon sur la silice, un azoture de silicium volatil qui cède son silicium au platine partout où il le rencontre. Les faits publiés touchant l'azoture et l'azotocarbure établissent, en effet, la solubilité momentanée de ce corps.

» 3° L'expérience suivante démontre l'influence énergique exercée sur la silice par l'azote associé à un élément réducteur. Nous avons dirigé un courant d'ammoniaque séché à travers un tube en porcelaine, chauffé au rouge blanc, dans un fourneau à vent. Les parois internes du tube se sont trouvées corrodées d'une façon extraordinaire; les parties les plus chaudes étaient fortement tuméfiées, boursouflées et comme obstruées par une espèce de ponce noirâtre contenant du silicium amorphe et de l'azoture

de silicium. L'azote et l'hydrogène, employés isolément ou même en simple mélange, sont loin de produire de semblables effets dans les mêmes conditions de température.

» 4° La volatilité du silicium libre, à haute température, est trop faible pour rendre compte de l'altération du platine à distance. Pour le démontrer, nous avons placé quelques décigrammes de silicium cristallisé au fond d'un petit creuset en charbon de cornue; le silicium a été recouvert d'un petit disque plat en charbon de cornue sur lequel reposait la lame de platine. Le creuset fermé par son couvercle tourné a été enfoui dans une brasque titanifère et maintenu pendant une heure et demie au blanc éblouissant. Le métal n'a que très peu augmenté de poids, et ses propriétés n'ont guère été altérées. Le même essai a été répété plusieurs fois avec succès.

» En remplaçant le silicium cristallisé par de la silice pulvérulente, calcinée, le platine, disposé sur le disque à l'étage supérieur, fond et augmente de poids, tandis que la silice perd de son poids.

» L'influence qu'exerce la silice placée dans l'intérieur du petit creuset se révèle encore lorsque, dans la dernière expérience, on remplace le platine par du silicium cristallisé. Celui-ci, chauffé seul, au blanc, dans un creuset de charbon de cornues enveloppé de brasque titanifère, ne se recouvre pas d'une mousse blanc verdâtre, légère, tapissant les parois internes du creuset et du couvercle, comme cela arrive si l'on supprime l'acide titanique dans la brasque protectrice.

» Si, dans un creuset en charbon de cornues, on introduit de la silice (1^{gr} à 2^{gr}), que l'on recouvre d'un disque en charbon de cornue creusé en coupelle sur sa face supérieure, en plaçant quelques décigrammes de cristaux de silicium dans cette coupelle; si, enfin, après avoir fermé le creuset avec son couvercle tourné, on enveloppe le récipient de brasque titanifère, et si on le chauffe une heure et demie au rouge blanc, on constate que le silicium est en grande partie converti en oxycarbure blanc verdâtre et, fait très curieux, une colonne cylindrique d'oxycarbure blanc verdâtre, très léger et poreux, épanouie en haut et en bas, réunit le centre de la coupelle au centre de la paroi inférieure du couvercle, sans qu'il se soit formé le moindre dépôt contre les parois latérales et le reste du couvercle.

» La théorie complète de tous ces phénomènes curieux est assez difficile à établir, à cause des hautes températures qu'ils réclament pour se manifester; mais on peut conclure, dès à présent, que l'azote et probablement aussi l'oxygène jouent un rôle dans le transport du silicium dans l'espace

vide, et que les composés carbosiliciques que nous avons décrits précédemment interviennent également. »

CHIMIE. — *Action du bimolybdate de potasse sur quelques oxydes. Production du corindon et du fer oligiste.* Note de M. F. Parmentier.

» En étudiant l'action des molybdates acides sur un certain nombre de substances, je suis arrivé à des données qui intéressent l'étude souvent compliquée des phénomènes pouvant se produire dans la formation des substances minérales cristallisées. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

» I. En attaquant, en tubes scellés, vers 150°, de l'alumine, du sesquioxyde de fer ou de chrome hydratés, par le bimolybdate de potasse en présence de l'eau, j'ai obtenu des sels doubles cristallisés. Les sels obtenus par ce procédé sont solubles, et peuvent être purifiés par cristallisations successives. Un excès d'eau les décompose avec précipitation des sesquioxydes et formation de molybdates plus acides, comme on l'observe pour le bimolybdate de potasse, qui est aussi peu stable en présence d'un excès d'eau. Le sel d'alumine qui s'obtient le plus facilement a pour formule

$$(Al^2O^3, 2KO)10MoO^3 + 15HO,$$

qu'il est peut-être plus rationnel d'écrire

$$Al^2O^3, 3HO, 6MoO^3 + 2(KO, HO, 2MoO^3) + 10HO.$$

» Sous cette forme, il représente un bimolybdate double d'alumine et de potasse.

» II. Les sesquioxydes de fer et d'alumine préalablement calcinés sont également attaqués par le bimolybdate de potasse fondu. Quand on maintient les oxydes précédents avec le bimolybdate de potasse, à une température voisine de la fusion de ce sel, ils se dissolvent, et il se produit des sels doubles. La production de ces sels est non seulement démontrée par la dissolution des oxydes, mais encore parce que le mélange fondu, repris par l'eau bouillante, donne par refroidissement de la dissolution les mêmes sels doubles que ceux obtenus par voie humide. Il est plus facile de reproduire ces corps par le procédé de fusion que par voie aqueuse, en raison des plus grandes quantités de matières qu'on peut mettre en présence. Toutefois, le molybdate double de chrome et de potasse ne peut être ob-

tenu par ce procédé de voie sèche, parce que le sesquioxyde de chrome s'oxyde, et passe à l'état d'acide chromique.

» III. Quand on élève la température du mélange fondu obtenu précédemment, le phénomène change. Il y a décomposition des sels doubles, et formation de corindon ou de fer oligiste. La quantité des oxydes cristallisés augmente avec la température, et on peut, en chauffant suffisamment la matière, arriver à précipiter la totalité des sesquioxydes. Si, après avoir fait cristalliser ces oxydes, on abaisse la température du mélange, le phénomène inverse se produit : les minéraux formés se dissolvent, plus lentement, il est vrai, qu'avant leur cristallisation. On voit donc que, dans le cas qui nous occupe, on a, suivant la température, des sels doubles, ou un oxyde cristallisé provenant de la décomposition de ces sels.

» On comprend aussi, d'après les expériences précédentes, le mécanisme présidant à l'accroissement des cristaux qui se produisent dans des opérations analogues. Ici cet accroissement est dû à des alternatives d'élévation et d'abaissement de température. Une élévation de température produit la cristallisation d'une certaine quantité de matière, par suite de la destruction des combinaisons produites précédemment ; un abaissement de température permet la nouvelle formation de ces combinaisons, formation qui se fait aux dépens des cristaux les plus petits. Une nouvelle élévation de température produit le phénomène inverse, et les gros cristaux se nourrissent aux dépens des petits. Nous sommes en présence d'un phénomène analogue à ceux qui se passent dans la production des cristaux par voie humide. Seulement, dans les expériences que je rapporte, et qui ont comme analogues un grand nombre d'autres, il faut remarquer que la cristallisation est due à une série alternée de compositions et de décompositions, et non à un phénomène de dissolution.

» IV. Le corindon que j'ai obtenu se présente sous forme de lames hexagonales entièrement semblables aux cristaux de tridymite peu épais, quand ceux-ci ne présentent pas les mâcles qui souvent permettent de les caractériser. En l'absence de ces mâcles, l'examen au microscope ordinaire, et même au microscope polarisant, ne suffit pas pour différencier ces deux espèces cristallines. Une analyse est alors nécessaire.

» V. Pour résumer ce qui précède, nous voyons que si nous partons, à haute température, d'un mélange, par exemple, de corindon et de bimolybdate de potasse, nous pouvons, par abaissement de température, former un bimolybdate double d'alumine et de potasse, en même temps qu'un molybdate plus basique. L'eau dissoudra le mélange de ces corps

et donnera naissance à des sels hydratés qu'un grand excès d'eau détruira avec précipitation d'alumine gélatineuse. La succession inverse des phénomènes peut être produite. Des faits analogues à ceux-ci ont dû se passer dans la formation de certains minéraux. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel en solution acétique.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Debray.

« *A froid.* — Si l'on ajoute de l'acide acétique à une solution aqueuse de sulfate neutre de nickel, qu'on sature ensuite par le gaz sulfhydrique à $0°$, et qu'on l'abandonne en vase clos à la température ambiante, l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel est ralentie et peut même être annihilée.

» I. Ainsi, dans une solution renfermant $0^{gr},200$ de sulfate neutre pour 140^{cc} de liquide acidulé avec 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, on peut constater qu'au bout de vingt-quatre heures, entre $+12°$ et $+16°$, l'hydrogène sulfuré n'a déterminé aucun précipité. Ce n'est que quelques jours plus tard, qu'apparaissent sur la paroi du vase quelques petits grains noirs très fins, qui grossissent fort lentement et deviennent ainsi l'origine de conglomérats cristallins [1].

» On a laissé à l'expérience une durée de dix mois, en l'abandonnant aux variations de température survenues pendant cette longue période (de $+6°$ à $+34°$), et cependant la précipitation n'était pas complète, car j'ai encore trouvé dans le liquide, après ce laps de temps, $0^{gr},005$ de sulfate de nickel. Or j'ai fait voir qu'une solution de sulfate neutre de nickel, faite dans les mêmes proportions de sulfate et d'eau, et saturée d'hydrogène sulfuré, ne renferme plus, après un mois d'expérience à la température ambiante, qu'un poids de sulfate inférieur à $0^{gr},001$.

» L'action de l'acide acétique est donc manifeste. On peut même réduire à la moitié la quantité d'acide acétique, c'est-à-dire à 1 pour 100 par rapport au poids de l'eau, sans que le précipité soit plus accusé au bout de vingt-quatre heures, lorsque les autres conditions restent les mêmes.

---

(1) Chaque masse est constituée par la réunion de petits cristaux aciculaires partant tous d'un point central. Aussi les cassures ont-elles une apparence rayonnée comme celle de certains nodules qu'on trouve dans la nature. Leur surface extérieure est d'un vert foncé, à reflets veloutés; mais leur cassure a un aspect métallique jaune clair. Ces masses, qui peuvent acquérir des dimensions assez fortes, avec de grands volumes de liqueur, sont inaltérables à l'air et ne peuvent se rompre que par le choc du marteau.

» II. Mais les résultats changent si la concentration de la solution métallique augmente.

» Si l'on opère, en effet, avec une solution renfermant pour le même volume liquide de 140^{cc}, et acidulée à 1 pour 100 par l'acide acétique $C^4H^4O^4$, un poids de 1^{gr},100 de sulfate neutre de nickel, au lieu de 0^{gr},200, au bout de vingt-quatre heures le précipité est déjà très notable; et il continue à augmenter rapidement. Aussi, après quatre jours d'expérience entre +12° et +16°, le dosage de ce sulfure transformé en sulfate par oxydation a donné 0^{gr},305 de sulfate, soit plus de 27 pour 100 du sel employé.

» Si la même solution métallique eût été additionnée de 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, c'est-à-dire à 2 pour 100 au lieu de 1 pour 100, la formation du sulfure eût été un peu moins rapide, mais elle eût commencé néanmoins dans des limites de temps relativement encore assez courtes. Et ce n'est qu'en ajoutant un poids d'acide acétique beaucoup plus fort à cette solution que j'ai pu retrouver pour cet état de concentration des conditions de retard et d'arrêt dans la formation du sulfure, semblables à celles constatées tout d'abord avec une solution plus étendue.

» Pour annihiler l'action du gaz sulfhydrique sur le sulfate de nickel en solution, il faut donc ajouter à cette dissolution des poids d'acide acétique d'autant plus forts que sa richesse en sel métallique est elle-même plus grande. Et comme j'ai fait voir que le sulfate de nickel est décomposé à froid par l'hydrogène sulfuré, il en résulte que cette règle est d'accord avec celle de ma première Note, dans laquelle j'établissais déjà que, pour qu'une solution acétique d'acétate de nickel ne précipite pas immédiatement par l'action du gaz sulfhydrique, il faut tenir compte des rapports de poids d'acide acétique et d'oxyde de nickel en présence.

» De cette action de l'acide acétique j'ai pu déduire une méthode de préparation du nickel et du zinc employés à l'état de sulfates.

» *A chaud*. — Si, à froid, l'acide acétique retarde ou même empêche l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de nickel en dissolution, à chaud en vase clos, à 100° par exemple, son action est nulle.

» I. On constate en effet qu'une solution de 0^{gr},200 de sel nickelique dans 140^{cc} et additionnée de 3^{gr} d'acide acétique $C^4H^4O^4$, commence déjà à se teinter légèrement en noir, si on la maintient à 40° pendant trois heures, alors qu'à 20° elle ne donne de sulfure en quantité appréciable qu'au bout de plusieurs jours. Et à 100° la précipitation est presque totale en trois heures. Le liquide ne contient plus alors qu'un poids de sulfate inférieur à 0^{gr},001.

» On observe de même, avec une solution renfermant $1^{gr},100$ de sulfate dans 140^{cc} de liquide acidulé avec un poids d'acide acétique proportionnel à l'augmentation de poids du sulfate, c'est-à-dire $16^{gr},5 (= 3^{gr},55)$ d'acide $C^4H^4O^4$, qu'au bout de trois à quatre heures à 100°, le poids de sulfate encore en dissolution ne dépasse pas $0^{gr},006$ à $0^{gr},007$.

» Ce sont donc sensiblement les mêmes résultats que ceux que l'on obtient avec une solution *aqueuse* de sulfate neutre portée à 100° [1].

» II. L'expérience prouve même que l'on peut faire croître la proportion d'acide acétique, au delà de la quantité nécessaire pour annihiler *à froid* l'action du gaz sulfhydrique, sans que, *à chaud*, l'influence de l'acide acétique cesse d'être nulle. Ainsi $0^{gr},200$ de sulfate de nickel dissous dans 140^{cc} d'un liquide saturé à 0° de gaz sulfhydrique et formé par le mélange de 3 parties d'eau et 1 partie d'acide acétique $C^4H^4O^4$, c'est-à-dire renfermant environ 25 pour 100 de son poids d'acide, sont précipités à l'état de sulfure après quatre heures d'action à 100°; car le liquide ne retenait plus qu'un poids de sulfate inférieur à $0^{gr},0005$.

» On peut donc dire que, pour le sulfate de nickel, en solution aqueuse acidulée par l'acide acétique, tout se passe, *à chaud*, en présence de l'hydrogène sulfuré et en vase clos, comme si la solution ne renfermait qu'une solution aqueuse de sulfate neutre.

» III. Je ferai voir que, de cette observation, on peut déduire, pour le nickel et le fer à l'état de sulfates, une méthode de séparation, dont je donnerai les détails lorsque j'exposerai le résumé de mes recherches sur les sels de fer. »

CHIMIE. — *Sur le prétendu composé* AzH^2. Note de M. Combes, présentée par M. Wurtz.

« M. Maumené a récemment communiqué à l'Académie (*Comptes rendus*, 27 février 1882) une Note dans laquelle il étudie l'action du permanganate de potasse sur l'oxalate d'ammoniaque. Il prétend avoir reconnu qu'il se produit dans cette réaction un corps nouveau, auquel il attribue la formule AzH^2. L'existence d'un composé AzH^2 ou plutôt Az^2H^4 (hydrazine)

[1] Dans toutes ces actions à 100° et en vase clos, le rapport du volume gazeux au volume liquide est toujours sensiblement le même ; et ici, comme dans les expériences antérieures, où le rapport n'était pas donné, il est resté constamment compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ environ.

n'ayant rien d'improbable au point de vue théorique, par la raison que les dérivés éthylé et phénylé de l'hydrazine sont connus, il a paru intéressant de répéter les expériences de M. Maumené. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Le carbonate dont M. Maumené a signalé la formation, traité par HCl, donne, avec le chlorure de platine, un précipité dont l'aspect et la forme cristalline sont absolument ceux du chloroplatinate d'ammonium. L'analyse de ce précipité montre qu'il contient 1,96 à 1,90 pour 100 d'hydrogène, alors que le chloroplatinate d'ammonium contient 1,80 pour 100 d'hydrogène, et le corps indiqué par M. Maumené seulement 1,35.

» 2° La solution aqueuse du soi-disant AzH^2, saturée par HCl et évaporée à siccité, donne des cristaux absolument identiques à ceux du chlorure d'ammonium; des cristallisations fractionnées ont toujours donné le même résultat.

» L'analyse de ce chlorure donne, pour sa teneur en hydrogène, de 7,35 à 7,52 pour 100; le chlorure d'ammonium contient 7,47 pour 100 d'hydrogène, et le chlorure de AzH^2 seulement 5,71. Il ne se produit donc dans la réaction indiquée que de l'ammoniaque et de l'acide carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le didyme.* Note de M. B. Brauner.

« M. Clève a publié dans les *Comptes rendus* (t. XCIV, p. 1528) une Note sur un nouveau métal de la cérite qu'il désigne par Di β. Ce métal, moins basique que le lanthane, l'est plus que le didyme.

» J'ai traité le même sujet dans un Mémoire qui a été lu devant l'Académie impériale de Vienne le 6 octobre 1881, mais j'ai différé la publication de la partie traitant d'un nouvel élément de la cérite, jusqu'à ce que mes expériences fussent plus avancées ([1]).

» La Communication de M. Clève me permet de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes expériences, dont je me suis occupé depuis trois ans.

» J'ai trouvé que le sulfate de lanthane purifié par des cristallisations répétées peut être décomposé, si l'on traite l'oxyde par une solution d'azotate d'ammoniaque, en deux terres : le poids atomique de la plus

([1]) Voir : *Anzeiger der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien* du 6 octobre 1881 et du 9 juin 1882.

basique (oxyde de lanthane) étant 138,3 — 138,8, et le poids de la moins basique 140,2 environ.

» En traitant l'oxyde de didyme, ne contenant pas de lanthane, par l'azotate d'ammoniaque, j'ai pu en extraire une terre formant des sels incolores, et dont le poids atomique était 140,6. Le poids atomique du didyme restant était 142,5; mais, par des précipitations répétées, on a obtenu finalement un produit dont le poids atomique était 146,6.

» Dans le spectre d'étincelle des différentes fractions obtenues en décomposant le didyme impur, j'ai trouvé des raies n'appartenant à aucune des terres provenant de la cérite dont nous connaissons les spectres jusqu'à ce jour.

» J'ai expliqué tous ces phénomènes par la présence d'un quatrième élément de la cérite qui est, sans doute, identique au Diβ de M. Clève.

» En purifiant avec soin de nouvelles quantités de didyme, et spécialement après avoir écarté les fractions plus basiques et moins basiques que le didyme, j'ai trouvé pour le poids atomique du didyme le nombre $Di = 145,4 (O = 16, S = 32,074)$.

» En employant le même procédé, pour purifier le didyme, qui m'avait donné antérieurement le poids atomique 146,6, j'ai réussi à séparer une autre terre d'un poids atomique supérieur à 145,4 : le résidu restant après cette purification m'a donné du didyme d'un poids atomique égal à 145,4. C'est, je crois, ce nombre qui approche le plus du véritable poids atomique de cet élément.

» Dans les liquides les plus basiques obtenus après la précipitation du didyme pur ne contenant pas de lanthane, on a trouvé un mélange de didyme et d'une terre abaissant le poids atomique du didyme jusqu'à 143,3.

» On voit par ce qui précède que le didyme ordinaire est un mélange d'au moins trois éléments. L'un est le vrai didyme ($Di = 145,4$); l'autre (le Diβ de M. Clève) est plus basique que le didyme, et son poids atomique est environ 141; le troisième, d'un poids atomique supérieur, est moins basique que le didyme (*samarium?*).

» La Communication précédente n'a pas pour objet de disputer la priorité au savant suédois dont les belles recherches sur les terres rares marquent dans la Science une époque nouvelle. Je veux seulement montrer que j'ai fait des observations sur une terre nouvelle de la cérite indépendamment de M. Clève [1]. »

---

[1] Ces observations ont été faites au laboratoire du professeur Roscoe.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur la matière colorante rouge du sang et sur l'hématosine;* par M. A. **Béchamp.**

« Le sérum du sang de bœuf, bien débarrassé de microzymas et d'hématies par une filtration soignée sur un filtre garni de sulfate de baryte, ne dégage pas d'oxygène du bioxyde d'hydrogène. Aucun des principes immédiats du sérum ne possède donc, à cet égard, la propriété de la fibrine.

» Mais, la solution rouge que fournissent les globules, séparés du sang défibriné par le sulfate de soude, avant ou après la filtration par le filtre garni de sulfate de baryte, dégage de l'oxygène; en même temps la matière se décolore. Dans ces conditions, le dégagement d'oxygène ne pouvant plus être attribué aux microzymas ni aux globules, j'ai recherché quelle est la substance qui, parmi les matériaux solubles du globule rouge, opère la décomposition. C'est la matière colorante rouge et, dans celle-ci, l'hématosine. Il importait de mettre ces faits hors de doute.

» J'ai publié ([1]) un procédé de préparation de la matière colorante rouge du sang de bœuf qui la fournit à l'état soluble et certainement dépourvue de toutes traces de particules organisées, puisque, en dernière analyse, on l'extrait, par voie de réaction chimique, de la combinaison qu'elle forme avec l'oxyde de plomb. De plus j'ai montré ([2]) que la matière ainsi obtenue pouvait être exactement dédoublée en hématosine et en une matière albuminoïde incolore. Dans ces conditions, on peut dire que l'hémoglobine et l'hématosine sont des principes immédiats absolus, ne conservant plus rien de l'organisation des tissus d'où ils proviennent. Or ils dégagent l'oxygène du bioxyde d'hydrogène, et paraissent ainsi faire exception à l'une des lois que Thenard aurait pu déduire de ses observations. Il n'en est rien, l'exception n'est qu'apparente, car le phénomène n'est pas simple, du moins aussi simple que lorsqu'il s'agit de la fibrine. En effet, le dégagement d'oxygène est, avec l'hémoglobine et avec l'hématosine, corrélatif d'une absorption d'oxygène et d'une réaction profonde.

» *Action de l'eau oxygénée sur l'hémoglobine.* — Soit une eau oxygénée dégageant par le bioxyde de manganèse $10^{cc},5$ d'oxygène par centimètre

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 850, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. III, p. 340.

([2]) *Mémoire sur les matières albuminoïdes*, communiqué à l'Académie.

cube. Si dans un tube gradué on introduit sur le mercure, 10^{cc} de la solution d'hémoglobine, contenant, par exemple, $0^{gr},338$ de matière et 3^{cc} d'eau oxygénée on constate aussitôt un dégagement de gaz; le volume d'oxygène obtenu (sans trace appréciable d'acide carbonique) en vingt-quatre heures n'a été que de 26^{cc}.

» Dans une autre expérience, on a employé 10^{cc} de la même solution d'hémoglobine et 4^{cc} d'eau oxygénée. Dans l'espace de trois quarts d'heure, il s'est dégagé environ 30^{cc} d'oxygène, et 34^{cc} en vingt-quatre heures.

» Dans l'une et l'autre expérience il y a donc une perte d'oxygène. Or, dans les deux cas, la liqueur se décolore, et il se sépare une matière coagulée jaunâtre.

» Lorsque, dans ces opérations, on n'emploie pas un trop grand excès de bioxyde d'hydrogène, le peroxyde de manganèse ne dégage plus d'oxygène du liquide de la réaction.

» Ce qui distingue surtout l'hémoglobine de la fibrine et des tissus qui agissent comme elle, c'est qu'on peut la coaguler par l'alcool ou par la chaleur et la chauffer ensuite, sèche, à 120°, sans lui faire perdre la propriété de décomposer l'eau oxygénée et de se décolorer.

» J'ai dit que le phénomène était corrélatif d'une réaction profonde. En effet, aussitôt que la réaction commence, le mélange se trouble et il se sépare un corps jaunâtre qui se réunit en épais flocons; la liqueur que l'on sépare de ces flocons est complexe, elle contient une substance albuminoïde incolore, coagulable par la chaleur et par l'alcool, tandis que la portion non coagulée contient une matière albuminoïde soluble dans l'alcool, etc. La matière, qui devient insoluble pendant l'action de l'eau oxygénée et qui est jaunâtre, m'a paru contenir tout le fer de l'hémoglobine. J'ajoute que, si l'on opère sur des masses assez grandes, on peut constater un dégagement de chaleur, même avec l'eau oxygénée assez étendue que j'ai employée.

» *Action de l'eau oxygénée sur l'hématosine.* — L'hématosine très claire et très pure, telle qu'on l'obtient par le procédé que j'ai décrit, décompose l'eau oxygénée avec beaucoup d'intensité. La matière se décolore; il se produit également une absorption d'oxygène. Dans une expérience faite avec la même eau oxygénée que ci-dessus, 4^{cc} n'ont dégagé que 28^{cc} d'oxygène, sur 42^{cc} que le bioxyde de manganèse en aurait produits.

» L'hématosine qui a été dissoute par la potasse et reprécipitée par l'acide acétique agit comme l'autre et se décolore pareillement.

» Il faut beaucoup plus de bioxyde d'hydrogène pour décolorer l'hématosine que le même poids d'hémoglobine.

» L'hématosine est détruite, puisqu'il y a décoloration, et il paraît se former des produits solubles. Je déterminerai comment le fer se partage parmi les produits qui se forment.

» *Action de l'eau oxygénée sur la matière blanche du dédoublement de l'hémoglobine.* — Elle paraît extrêmement faible; dans vingt-quatre heures, dans les mêmes circonstances que ci-dessus, elle n'a dégagé que 4^{cc} d'oxygène.

» En résumé : 1° l'hémoglobine et l'hématosine se comportent au contact de l'eau oxygénée comme des corps oxydables; quant à l'oxygène dégagé, il l'est corrélativement; c'est ce que Thenard avait constaté pour certains principes immédiats végétaux; c'est ainsi qu'il a vu le sucre et l'amidon dégager de l'acide carbonique et de l'oxygène à la fois quand il employait de l'eau oxygénée concentrée.

» 2° Il est clair que le sang contient deux causes de décomposition à l'égard de l'eau oxygénée, les microzymas et l'hémoglobine. Or M. Dumas a vainement recherché l'eau oxygénée dans le sang; j'imagine que personne ne sera plus habile que l'illustre chimiste; puisque, si elle se forme, c'est pour être aussitôt utilisée et produire les transformations dont celles que je viens de faire connaître ne sont sans doute que l'image. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE — *Sur le suc gastrique.* Note de M. P. Chapoteaut.

« Peu de questions sont plus débattues et plus étudiées en ce moment que celles des digestions, surtout depuis les récentes Communications faites à l'Académie; la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui ne saurait revêtir le caractère d'un Mémoire terminé, et, si je demande la permission d'exposer les premiers résultats de mes recherches sur ce sujet si controversé, c'est en vue de m'assurer le bénéfice des études commencées et des premiers résultats acquis.

» Voici la méthode employée pour obtenir le suc gastrique nécessaire à nos expériences : les estomacs de moutons récemment sacrifiés sont lavés rapidement; on en sépare les glandes pepsigènes, que l'on pulpe avec soin, sur un tamis métallique à mailles fines; l'évaporation de cette pulpe sur des plaques de verre à la température de + 50° donne un résidu sec formé

de parties fibreuses, de suc gastrique et de matières grasses qu'enlève l'éther anhydre sans altérer son pouvoir digestif.

» Le produit ainsi obtenu, traité à plusieurs reprises par l'eau distillée (100^{gr} pour 3^{lit}), se dissout en laissant un résidu dénué de tout pouvoir digestif.

» Cette solution aqueuse évaporée abandonne une pepsine dissolvant trois mille fois son poids de fibrine; en étendant cette solution aqueuse de son volume d'alcool à 95°, elle laisse précipiter un corps pulvérulent blanc et neutre, tandis que le véhicule hydro-alcoolique présente une réaction acide. Quelle est la nature de cette matière blanche, et quel est le corps qui donne une réaction acide au véhicule hydro-alcoolique? A cet égard, j'ai pu constater les faits suivants : la liqueur acide privée d'alcool par évaporation à + 50° ne dissout plus la fibrine; la matière blanche possède, au contraire, un pouvoir dissolvant considérable quand elle est acidifiée; en elle paraît se résumer la propriété spéciale de la pepsine; ses propriétés, sur lesquelles je reviendrai prochainement, sont voisines de celles des albumines, moins son peu de solubilité dans l'eau, qu'explique son mode d'isolement par l'alcool; ainsi sa dissolution aqueuse est coagulable vers + 70°; elle précipite par les sels métalliques et les dissolutions de chaux et de baryte; en outre, elle mousse par l'agitation comme une solution d'albumine.

» Quant au liquide acide, il fournit un sel barytique peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool à 60°; cet acide est certainement l'un des éléments actifs de la pepsine, car la solution aqueuse de la matière albuminoïde possède un pouvoir dissolvant de la fibrine inférieur à celui de la solution primitive d'où je l'ai extraite; en résumé, la pepsine me paraît être la combinaison d'une matière albuminoïde avec un acide organique, ce que j'espère démontrer prochainement.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Rigaud, à Neuilly. »

ZOOLOGIE. — *Sur la différenciation du protoplasma dans les fibres nerveuses des Unionides.* Note de M. J. Chatin, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« La structure des fibres nerveuses chez les Mollusques, et particulièrement chez les Lamellibranches, a été très différemment interprétée par la plupart des anatomistes : tantôt on a représenté ces éléments comme

réduits à un simple faisceau de fibrilles, tantôt on a cru pouvoir y décrire de nombreuses parties accessoires. L'observation permet de formuler une appréciation intermédiaire, car, sans révéler la complexité qui, suivant quelques auteurs, caractériserait ces fibres, elle y montre du moins certaines formations secondaires dont on ne saurait méconnaître la signification.

» De teinte grisâtre et de consistance molle, les filets nerveux des Unionides (*Unio pictorum, Anodonta cygnea,* etc.) ne se laissent que difficilement dilacérer; il est rare que l'on parvienne à dissocier leurs fibres sans les briser. La dilacération doit être poursuivie lentement; il convient de ne la pratiquer qu'après avoir fixé les éléments par l'acide osmique; on peut ensuite traiter les pièces par le picrocarminate d'ammoniaque ou le rouge d'aniline, pour les monter enfin dans la glycérine.

» On constate alors que l'axe est occupé par un faisceau de fibrilles disposées longitudinalement et donnant à l'élément l'aspect strié qui lui est propre. Autour de cette partie centrale se voit une couche protoplasmique dans laquelle des noyaux apparaissent çà et là; ces noyaux sont toujours d'une observation difficile ([1]), et l'on doit, sous ce rapport, relever une notable différence entre la fibre nerveuse du Lamellibranche et la fibre de Remak du Vertébré.

» Considéré dans son ensemble, le protoplasma se montre finement granuleux; cet aspect se modifie souvent par la présence de produits secondaires dont la nature peut varier mais dont l'origine est identique, car ils sont constamment dus à l'activité formatrice du protoplasma.

» Dans la masse protoplasmique se distinguent d'abord des globules sphéroïdaux et réfringents, colorables en noir par l'acide osmique; ce sont les granulatious myéloïdes. Primitivement rares et éparses dans le protoplasma, elles se multiplient quelquefois assez rapidement, sans jamais s'unir ou se confondre au point de constituer une couche spéciale autour de la fibre nerveuse. Simple manifestation de la fonction stéatogène, commune à un si grand nombre d'éléments figurés, la genèse de ces corpuscules permet de les rapprocher de la myéline des Vertébrés, et l'on doit reconnaître que les dispositions propres aux Mollusques apportent un précieux concours à l'étude histogénique d'une substance dont l'évolution est toujours difficile

---

([1]) Il en est de même chez plusieurs autres types de la série des Invertébrés et spécialement chez différents Vers; peut-être quelques observateurs ont-ils trop rapidement conclu à l'absence de noyaux dans les fibres nerveuses de ces animaux; ils y sont seulement d'une constatation difficile.

à suivre dans le tube nerveux, trop tôt différencié, des animaux supérieurs. Chez les Lamellibranches, au contraire, elle apparaît lentement dans le protoplasma dont elle n'est qu'une émanation et dont elle n'altère aucunement la valeur fonctionnelle, tandis que chez les Vertébrés (tube à double contour) elle y détermine, par sa rapide prolifération, une véritable régression qui n'en laisse plus subsister que de minces fragments dont il faut même emprunter la notion à la gaine de Mauthner ou aux incisures de Schmidt.

» Les corpuscules myéloïdes ne représentent pas l'unique produit qui dérive du protoplasma; celui-ci se complique parfois encore de granulations pigmentaires. Assez fréquent dans certaines cellules nerveuses, le pigment n'a été que rarement indiqué dans les éléments conducteurs; cependant il y a été signalé chez divers Invertébrés et dans quelques Vertébrés inférieurs ([1]). Chez les Lamellibranches, on voit souvent apparaître, dans le protoplasma, des granulations brunâtres ou jaunâtres. Elles semblent posséder une incontestable valeur spécifique, et je ne pense pas que l'on puisse les rapporter à une modification secondaire des corpuscules myéloïdes; l'action de l'éther ou du chloroforme ne les altère aucunement.

» Après avoir analysé les principaux produits dus à l'activité du protoplasma, il convient d'examiner si ce dernier conserve ses caractères originels dans toute sa masse, ou s'il ne manifesterait pas quelques différences locales de texture ou de densité. Ces études complémentaires offrent un intérêt particulier, puisqu'elles conduisent à rechercher si la gangue protoplasmique ne formerait pas à la périphérie de la fibre nerveuse une enveloppe spéciale et distincte des tuniques adventices, conjonctives, etc.

» Rien n'est plus délicat que l'examen de cette question : on ne peut songer à l'observation directe; il faut évidemment recourir aux coupes durcies et colorées. La meilleure technique consiste à faire macérer le nerf durant une semaine dans l'acide chromique à $\frac{2}{1000}$, puis à enlever l'excès d'acide par plusieurs lavages à l'eau distillée; la pièce est ensuite plongée dans l'alcool absolu. On peut alors pratiquer des coupes minces que l'on colore par le carmin ou le picrocarminate : si la préparation a été heureusement exécutée, on voit les fibres nerveuses dessiner des îlots rougeâtres, au centre desquels se distinguent de petits cercles accolés. Ce sont les fibrilles axiles qui apparaissent ainsi sur leur section transversale; autour d'elles s'étend la couche protoplasmique où l'on ne remarque nul

---

([1]) *Voir* les travaux de MM. Ranvier, S. Mayer, etc.

changement sensible, même si l'on modifie l'éclairage ou la nature du réactif colorant (carmin neutre opposé au carmin ammoniacal, etc.). Parfois cependant j'ai cru distinguer une couche extérieure légèrement ombrée; mais, en admettant que cette zone présente quelque constance, elle serait à peine caractérisée par une minime différence de densité et l'on ne saurait l'assimiler à une gaine de Schwann, comparable à celle que l'on connaît dans le tube à double contour du Vertébré et dont on a si hâtivement doté la fibre nerveuse de certains Mollusques chez lesquels cette enveloppe eût même été doublée par un véritable manchon médullaire. En réalité, cette gaine semble faire ici défaut ou n'être représentée que par une zone protoplasmique légèrement condensée. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les organes sexuels de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. Roule, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« La *Ciona intestinalis* est hermaphrodite, mais les glandes sexuelles sont séparées l'une de l'autre et n'ont entre elles aucun rapport; on ne peut pas dire que les produits sexuels apparaissent à des époques spéciales, car, pendant l'année entière, les glandes et les conduits excréteurs sont gorgés d'œufs ou de spermatozoïdes. Le testicule n'est pas une glande définie; l'ensemble de l'organe mâle est constitué par une réunion d'acini renfermés dans le tissu conjonctif de la paroi intestinale, au milieu d'un riche plexus de capillaires; ces acini occupent toute la courbure décrite par l'intestin dans la cavité générale, depuis l'estomac jusqu'au commencement du rectum. Tout en étant répandus dans la paroi entière des portions de l'intestin où ils existent, les acini sont cependant localisés en plus grand nombre dans une région bien limitée, bourrelet plus ou moins saillant qui proémine dans l'intérieur de la cavité intestinale et de la cavité stomacale. Là où les acini existent, ils augmentent dans des proportions notables l'épaisseur de la paroi intestinale, car ils sont disposés en plusieurs rangées; les spermatozoïdes sortant des acini pénètrent dans des canalicules d'étroit calibre, tapissés par une mince couche épithéliale à cellules larges et plates; ces petits canalicules sont presque tous placés immédiatement au-dessus de la couche épithéliale de l'intestin. Les canalicules de plus grosse taille sont, au contraire, tout à fait externes et superficiels; la majeure partie d'entre eux converge vers la base de l'estomac, où ils se réunissent en un tronc commun, le canal déférent, qui se détache de l'estomac, traverse la cavité générale en accompagnant des vaisseaux stomaco-

ovariens, et, parvenu sur le sommet antérieur de l'ovaire, s'accole intimement à l'oviducte qu'il ne quitte plus jusqu'à leur terminaison commune; les canalicules spermatiques, renfermés dans les parois de la courbure intestinale avoisinant le rectum, se rendent directement à la portion du canal déférent le plus proche d'eux, inséré sur le tube digestif.

» L'ovaire est un organe volumineux, ovoïde, renfermé dans la cavité générale, entre le cœur et l'intestin, terminé en pointe antérieurement; de cette région antérieure part un large conduit à parois minces et transparentes, l'oviducte. L'ovaire est toujours gonflé par la masse des œufs qu'il contient; sa structure est très simple : tapissé extérieurement par la couche endothéliale de la cavité générale, il renferme des travées conjonctives irrégulières limitant de vastes espaces remplis d'œufs à tous les états de développement; ces espaces, en comuniquant entre eux, vont finalement aboutir à l'oviducte. L'oviducte, le canal déférent et le vaisseau branchial supérieur, axe de la circulation splanchno-branchiale, se soudent intimement les uns avec les autres sur le sommet de l'ovaire, traversent la cavité générale, vont s'accoler à l'intestin vers la fin de la courbure qu'il décrit dans la cavité générale, et l'accompagnent jusqu'à sa terminaison; ils s'y insèrent à l'extérieur sur toute la région qui correspond au bourrelet testiculaire interne; les acini testiculaires cessent vers le rectum; mais le bourrelet persiste toujours, correspondant alors à une rainure longitudinale, dans laquelle est logée une partie du vaisseau branchial. L'ensemble formé par l'oviducte, le canal déférent et le vaisseau branchial supérieur exécute autour de l'intestin une torsion d'une demi-circonférence; de telle sorte que cet ensemble, supérieur au tube intestinal vers la fin de la courbure, devient latéral au rectum, et inférieur vers l'anus. Les parois de l'oviducte et du canal déférent ont une structure des plus simples ; une mince couche de tissu conjonctif, dépourvu de toute fibre musculaire, est tapissée en dehors par un épithélium pavimenteux à petites cellules disposées en une couche unique; l'épithélium de l'oviducte est vibratile; celui du canal déférent prend en certains points les caractères d'un véritable endothélium à cellules plates et larges.

» L'oviducte et le canal déférent sont terminés en un même point, dans la cavité cloacale, par une petite dilatation en forme de bec, surmontée par un organe particulier de couleur rouge. Cette dilatation est en grande partie constituée par une augmentation locale et bien limitée du calibre du canal déférent, de telle manière qu'il proémine dans la cavité de l'oviducte au point de la remplir presque entièrement et de ne laisser entre les deux

parois qu'un espace trop étroit pour que les œufs puissent y passer; lorsque cette dilatation du canal déférent disparaît par l'évacuation du sperme qu'elle renfermait, les œufs sortent au dehors par un petit pore pratiqué au sommet libre du bec. Outre cette augmentation locale de volume, la paroi du canal déférent pousse antérieurement un certain nombre (dix à quinze environ) de petites diverticulums juxtaposés, enveloppés dans une gaine commune de tissu conjonctif, dont chacun porte à son sommet une ouverture par laquelle le sperme sort dans la cavité cloacale. Avant l'émission des produits sexuels, la petite dilatation du canal déférent disparaît, à cause de la compression exercée sur elle par les parois de l'oviducte, qui, en ce point seulement, renferment des fibres musculaires; l'oviducte, gorgé d'œufs, se vide alors presque entièrement, tandis que le sperme sort peu à peu en minces filets par les pores terminaux des diverticulums; il semble que les produits sexuels ne sont pas entièrement rejetés en une seule fois. Les parois des diverticulums sont ainsi constituées : leur cavité centrale est tapissée par l'épithélium du canal déférent, à cellules larges et très plates disposées en une couche unique; en dehors, un ensemble de deux ou trois assises de couleur orangé, remplies de granulations qui donnent aux diverticulums leur couleur caractéristique, est immédiatement en contact avec la couche épithéliale; plus en dehors encore, vient le tissu conjonctif, littéralement criblé de capillaires sanguins, tapissé à l'extérieur par l'épithélium de la cavité cloacale. Ces cellules, de couleur orangée, renferment de l'acide urique, des oxalates (probablement oxalate de calcium) et des phosphates; on est donc en droit de les considérer comme des cellules rénales et de décrire leur ensemble comme un rein, dépourvu, il est vrai, de canaux excréteurs, mais dont le fonctionnement peut être pressenti d'après le plexus de capillaires extérieurs et le peu d'épaisseur de la couche épithéliale qui tapisse la cavité centrale des diverticulums : il doit y avoir diffusion à travers cette couche épithéliale très mince.

» Le développement des spermatozoïdes est très difficile à saisir; sur les parois des acini testiculaires naissent par segmentation et croissent des cellules à gros noyau peu apparent, à protoplasma dépourvu de granulations, disposées en plusieurs assises concentriques; dans le protoplasma des plus internes de ces cellules apparaissent un plus ou moins grand nombre de noyaux bien nets, pourvus d'un petit nucléole, qui émigrent vers la périphérie, y forment des hernies qui s'isolent peu à peu et grossissent chacune à part pour constituer le corps décrit par Blomfield et Saba-

tier sous le nom de *polyblaste*. Les cellules, de tailles fort diverses, qui constituent ce polyblaste, renferment un protoplasma légèrement granuleux, dans lequel je n'ai pu distinguer de noyau propre; en général, se sont les plus grosses et les plus externes d'entre elles qui seules forment des spermatozoïdes, mais sans se détacher des autres cellules plus internes, dont le protoplasma s'éclaircit ou tombe en dégénérescence. A la périphérie de celles qui doivent former des spermatozoïdes, il apparaît des espaces clairs et hyalins, dépourvus de noyaux, qui émergent à l'extérieur et s'y déposent en plusieurs rangées ; ces cellules de nouvelle formation sont les *deutospermoblastes*, dont chacun produit un spermatozoïde; le résultat de ce développement est un ensemble de spermatozoïdes dont les têtes sont fixées par un pédicule plus ou moins long sur la cellule qui a produit les deutospermoblastes; après la chute des spermatozoïdes, le protoplasma de cette cellule se remplit de grosses granulations réfringentes. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *De l'œil du Protée.* Note de M. **Desfosses**, présentée par M. Ch. Robin.

« L'œil du Protée est situé sous la peau, à une profondeur de 1^{mm} à 2^{mm}; sur l'animal vivant, il n'apparaît que sous la forme d'une tache pigmentée plus ou moins visible; la peau, à ce niveau, conserve sa structure et son épaisseur normales; comme sur le reste du corps, on y rencontre des glandes à mucus, et même quelques papilles tactiles.

» L'œil est constitué :

» 1° Par une membrane d'enveloppe externe, que l'on peut assimiler à la sclérotique, et qui contient dans son épaisseur quelques noyaux cartilagineux;

» 2° Par la choroïde : cette membrane est formée par une trame celluleuse lâche, contenant des capillaires réduits à une simple couche épithéliale et un certain nombre de corps fibro-plastiques pigmentés; enfin une membrane anhiste limite sa face interne;

» 3° Par la rétine et le nerf optique. La rétine remplit toute la cavité formée par ces membranes, qui constituent un sac complet, n'ayant qu'un orifice au pôle postérieur de l'œil pour le passage du nerf optique; elle reste durant toute la vie de l'animal à l'état embryonnaire de vésicule oculaire secondaire, et est ainsi constituée par deux feuillets : le postérieur forme l'épithélium rétinien; l'antérieur ou feuillet réfléchi donne toutes les autres couches de la rétine. Ces couches sont de dehors en dedans :

1° l'épithélium pigmenté rétinien, 2° la granulée externe (couche de Jacobson), 3° la *granuleuse externe*, 4° la granulée interne, 5° la *granuleuse interne*, 6° les cellules ganglionnaires, 7° les fibres nerveuses.

» 1° L'épithélium pigmenté rétinien est formé d'un seul rang de cellules, offrant un degré de pigmentation d'autant plus prononcé qu'elles sont plus rapprochées de l'entrée du nerf optique, et dépourvues de prolongements protoplasmiques analogues à ceux des autres Vertébrés; au pôle antérieur de l'œil, elles deviennent plus serrées, s'allongent, et se continuent avec les cellules du feuillet réfléchi.

» 2° La granulée externe (couche de Jacobson) est formée de deux ou trois rangs de cellules. La couche externe de ces cellules offre seule des caractères particuliers, en ce sens que chacune de ces cellules est coiffée d'un petit corps hyalin représentant un bâtonnet rudimentaire; ce bâtonnet a quelquefois une longueur égale à celle de la cellule qui lui sert de base d'implantation, mais généralement égale à peine au tiers ou au quart; nulle part, dans cette couche, on ne voit trace de limitante externe.

» Les autres couches de la rétine, comme développement et comme morphologie, représentent la rétine de larves d'axolotls, au moment où elles se débarrassent de leur enveloppe d'albumen et deviennent libres; de même que chez ces dernières, les diverses couches sont distinctes, mais les éléments qui les constituent n'ont pas subi un degré de développement suffisant pour qu'on puisse les différencier.

» A la région antérieure de l'œil, les trois couches d'éléments cellulaires se confondent, au point où cessent les deux couches granuleuses ou plexiformes; un peu en avant de cet endroit, deux échancrures, l'une profonde, interne, l'autre moins apparente, externe, étranglent la rétine, qui n'est plus constituée que par une bande formée de deux ou trois rangs de cellules ovoïdes, qui se continuent avec les éléments du feuillet postérieur de la vésicule oculaire; c'est là le seul vestige de la région ciliaire de la rétine.

» Les fibres nerveuses qui tapissent la face interne de la vésicule oculaire secondaire se réunissent en un faisceau unique qui perfore toutes les couches de la rétine, la choroïde et la sclérotique, et continue son trajet entouré d'une gaine que lui fournit cette dernière membrane.

» Comme on le voit, l'œil du Protée ne possède ni cristallin ni aucun des organes qui servent à la réfraction; malgré l'absence du cristallin et du corps vitré, on observe l'invagination complète de la vésicule oculaire secondaire; ce fait et beaucoup d'autres prouvent une fois de plus l'ina-

nité des théories qui invoquent l'effet d'une action mécanique pour expliquer le développement et la forme des organes; il est bien plus rationnel d'admettre, avec Kölliker, que les diverses évolutions embryogéniques sont la conséquence d'un développement inégal des éléments qui constituent ces divers organes.

» Au point de vue morphologique, l'œil du Protée ne peut être comparé à celui d'aucun Vertébré; en effet, chez aucun autre animal de cette classe nous ne trouvons d'exemple d'un développement rétinien, sans qu'il y ait apport du feuillet externe pour l'évolution du cristallin. Cette particularité de structure pourrait être rapprochée, au point de vue pathologique, des monstruosités telles qu'on les a déjà observées, dans les cas d'absence congénitale du cristallin; il serait aussi intéressant d'étudier les poissons aveugles des lacs souterrains, qui, bien que considérés comme absolument dépourvus de toute évolution oculaire, mériteraient néanmoins d'être observés de nouveau à cet égard. »

BOTANIQUE. — *Nouvel exemple de générations alternantes; Œcidium de la Renoncule rampante* [Œc. Ranunculacearum (pro parte)] *et Puccinie des roseaux* (Puccinia arundinacea Dc.); Note de M. Max. Cornu.

« Les roseaux (*Arundo Phragmites*) sont généralement attaqués par une Puccinie (*Puccinia arundinacea* Tul.); cette rouille ressemble à celle des *Carex;* la disposition des pulvinules est analogue, l'*Uredo* y est de même de couleur foncée; on les avait confondues sous un même nom; cette dernière espèce est cependant fort différente ([1]).

Les roseaux présentent encore fréquemment sur leurs tiges deux autres Puccinies. Le *P. Magnusiana* Kornicke et le *P. graminis* de Bary. Le premier offre des pulvinules plus saillants, formés par des téleutospores plus longuement pédicellées que dans le *P. arundinacea;* l'*Uredo* est d'ailleurs de couleur orangée. Il détermine, d'après le Dr Magnus, sur les *Rumex,* l'*Œcidium rubellum* Gmel.; l'*Œcidium* et la Puccinie paraissent rares dans nos environs; je ne les ai jamais observés vivants.

» Le *P. graminis,* qu'on ne peut confondre avec les deux autres espèces,

---

([1]) J'ai vérifié, à plusieurs reprises, que cette Puccinie des *Carex,* la plus commune [*P. Caricis* (Schum.)], produit, par une alternance, l'*Œcidium Urticæ* sur les Orties, comme M. le Dr Magnus l'a montré; c'était pour moi un premier point à bien vérifier. (Voir *Comptes rendus,* 1880, t. XCI, p. 98. — *Société botanique de France,* p. 179 et 209.)

forme de longues lignes noires; l'*Uredo* peut se semer de proche en proche sur nombre d'autres graminées et atteindre de cette manière, ou bien encore directement, les céréales, qu'il peut ainsi attaquer en l'absence de tout pied de *Berberis;* ainsi s'explique aisément comment les praticiens peuvent dire que les terrains marécageux *engendrent la rouille.*

» Des spores de *P. arundinacea* furent, à diverses reprises, disposées de manière à germer, dans une petite serre que j'ai fait construire en vue d'expériences de ce genre, et je plaçai, dans le voisinage, des plantes diverses, notamment plusieurs pieds de *Lonicera.*

» Ces spores germèrent irrégulièrement; les feuilles sont souvent envahies par le *Pleospora herbarum* et le *Penicillium glaucum.* L'expérience fut tentée plusieurs fois et avec un nombre assez considérable de pulvinules sans succès pour le *Lonicera;* un pied de *Ranunculus repens,* par contre, montra trois sores œcidiens; il n'avait qu'un très petit nombre de feuilles; deux pétioles et l'un des limbes furent attaqués; ceci fut obtenu la première fois au mois de novembre 1875, il y a près de sept ans.

» J'essayai de répéter l'expérience sur un bon nombre de *R. repens.* La plante se cultive et se multiplie très aisément.

» J'ai plusieurs fois, depuis, réussi à obtenir la production de l'*Œcidium*, mais toujours dans des conditions analogues, c'est-à-dire dans une saison tardive, en octobre ou en novembre, jamais en mai ou juin, époque à laquelle on rencontre d'ordinaire l'*Œcidium* de la Renoncule rampante, jamais un petit nombre de semaines après le début de l'expérience.

» Je n'ai pu obtenir à point nommé la germination de la Puccinie pour pouvoir contaminer directement la Renoncule, comme on le fait aisément avec les espèces à germination facile; c'est la raison pour laquelle j'ai gardé le silence jusqu'à ce jour; toutefois j'ai indiqué, dans un passage du *Bulletin de la Soc. Botanique,* il y a trois ans, que j'étais en possession de ce fait (¹).

» La preuve aurait pu en être donnée, dira-t-on, par le semis direct de l'*Œcidium*; mais l'*Œc.* du *Ranunculus repens* n'est ni commun ni très abondant; en général, il se présente en sores isolés *à la face inférieure* des feuilles

---

(¹) En présentant des échantillons nombreux de l'*Œc. Ranunculacearum* Dc. : « Quelques expériences m'ont paru indiquer que cette urédinée possède une téleutospore différente de celle qui est mentionnée, et je me réserve de revenir ultérieurement sur ce point, fort difficile à élucider... »

Wünsche indiquait l'*Œcidium* des *Rumex* comme une forme du *P. arundinacea* (*Die Pilze*, Leipsig, 1877, p. 27).

d'une plante rampante, conditions défavorables à la récolte. Dans d'autres espèces, sur les *Rhamnus*, les Orties, les *Berberis*, les *Anchusa*, etc., l'*OEcidium* se rencontre en abondance, parce que les plantes sont rameuses, dressées, qu'elles vivent en groupes ou produisent des rejets. La récolte des roseaux, générale dans nos environs, fait disparaître les ensemencements des téleutospores. Les *OEcidium* sont donc rares. Le mycélium de la Puccinie est pérennant; la contamination des pieds groupés, grâce à l'*Uredo*, perpétue la Puccinie des roseaux, malgré la rareté des *OEcidium*.

» Enfin l'*Arundo phragmites*, sur lequel le semis doit être fait, se cultive avec difficulté, comme toutes les plantes aquatiques; les caryopses sont très rares; les inflorescences sont en général stériles et les pieds obtenus par germination sont filiformes. On ne peut recueillir dans la nature des pieds sûrement indemnes pour les raisons exposées plus haut. Il y a là un ensemble de conditions défavorables, qui, isolément, sont peu de chose, mais qui, groupées, constituent de très grands obstacles.

» Le *P. arundinacea* est-il exclusivement spécial à l'*Arundo Phragmites* sous notre climat (1)?

» Attentif à la recherche de l'*OEcidium* des *R. repens*, je l'ai rencontré à plusieurs reprises dans les haies, assez loin des cours d'eau; cela pourrait faire supposer, dans l'hypothèse où cet *OEcidium* serait toujours le même, que la Puccinie existe sur d'autres Graminées, ce qui n'a pas été signalé encore : il ne faut point oublier, d'ailleurs, qu'on transporte souvent les roseaux à de grandes distances et que la diffusion des téleutospores peut être due à la main de l'homme.

» En explorant avec soin les localités soumises à l'ensemencement possible du *P. arundinacea*, j'ai observé, non loin de Gisors, une localité remarquable par le nombre des Renonculacées qui s'y trouvent réunies. J'ai constaté à deux reprises que, tandis que le *R. repens* était attaqué avec une grande abondance, les *R. bulbosus, acer* et *sceleratus*, tous voisins du précédent, ne portaient point d'*OEcidium*. Le *R. flammula* en partie émergé n'était point attaqué non plus; les *OEcidium* de ces espèces sont donc différents de celui du *R. repens*.

» L'*Uromyces graminum* Cooke (*U. dactylidis* Otth.) détermine un *OEcidium* sur les *R. acer*, *bulbosus* et *repens;* l'*U. Poæ* n'est qu'une forme de

(1) Les Clématites présentent parfois un très bel *OEcidium*; j'ai rencontré plusieurs fois cette espèce, dans le Midi, en relation avec une Urédinée à *Uredo* foncé qui croît sur un *Agropyrum;* je n'ai pu recueillir des matériaux suffisants pour déterminer l'espèce.

l'*OEc. Ficaria* [1]; d'autres Renonculacées présentent également des *OEcidium* considérés comme distincts : ce sont les *Aquilegia vulgaris, Actæa spicata, Aconitum Napellus, Hepatica triloba;* les trois dernières plantes sont extrêmement rares dans notre région ; je ne puis rien dire au sujet de ces derniers *OEcidium* que je n'ai point recueillis ; mais tout cela montre que la question des générations alternantes est des plus délicates, et que les premières expériences, qui paraissaient si aléatoires, ont porté sur des cas relativement simples.

» Ces études sont de celles qui réclament impérieusement, on le voit, des plantes vivantes variées, réunies et cultivées en collections riches et abondamment pourvues, comme celles qu'on trouve uniquement dans les établissements de l'Etat ; en dehors de ces conditions, les expériences sont presque impossibles. »

BOTANIQUE. — *Sur la maladie des Safrans nommée la* Mort. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« La culture du Safran est exposée à deux maladies redoutables que l'on nomme, dans le Gâtinais, la *Mort* et le *Tacon*. L'une et l'autre attaquent et détruisent les oignons du Safran, mais elles ont des caractères très différents.

» La Mort du Safran a été étudiée, il y a plus d'un siècle et demi, par Duhamel du Monceau, avec une sûreté et une exactitude admirables. Frappé du caractère contagieux du mal qui, de proche en proche, gagne les oignons sains plantés au voisinage de ceux qui sont atteints, Duhamel en rechercha la cause ; il reconnut que les Safrans attaqués ont leurs tuniques couvertes de filaments violets ou bruns et qu'en outre on trouve, soit à leur surface, soit autour d'eux, dans le sol, des corps charnus, veloutés, d'un rouge brun, d'où partent des filets de même couleur et de même nature, qui les relient entre eux et avec les oignons malades ; ces filets, en s'allongeant en terre, vont gagner les oignons sains, pénètrent leur robe d'un tissu violet et forment à leur surface des corps tubéroïdes. Duhamel n'hésita pas à considérer les corps tubéroïdes comme une plante parasite, comparable à une Truffe, qui vit aux dépens des oignons du Safran et en tire sa nourriture par le moyen de ses filets, qu'il regarde comme ses racines.

(1) *Rabenhorst's Kryptogamen-Flora* (Winter), p. 268.

(2) *Ibid.*, p. 161.

» Depuis que le perfectionnement des instruments d'observation a permis de pénétrer plus loin qu'on ne pouvait le faire autrefois dans l'étude de la structure des plantes, et que l'on a étudié en détail l'organisation des Champignons parasites, la Mort des Safrans a été encore l'objet des investigations d'un savant éminent, M. L.-R. Tulasne. Il a précisé et rectifié les observations de Duhamel touchant les corps tubéroïdes, en montrant qu'ils ne sont vraiment pas comparables à des Truffes, c'est-à-dire à des organismes complets et munis d'organes reproducteurs, mais bien à des sclérotes. Ce sont des tubercules charnus du Champignon parasite dont on ne connaît avec certitude que les organes de végétation. M. Tulasne l'a nommé *Rhizoctonia violacea*.

» Quant à la façon dont ce Champignon cause la mort des Safrans, M. Tulasne, tout en signalant des particularités fort curieuses, n'a pu parvenir à établir une notion bien nette du phénomène. D'après ses observations, les filaments de mycélium du Champignon destructeur ne pénètrent pas dans le corps du bulbe; la désorganisation que cause le Rhizoctone n'a pas lieu à son profit; il forme seulement, sur la surface interne de la robe de l'oignon, de petits corps charnus qui ressemblent à des périthèces de Sphérie; ils naissent précisément en face de très petites dépressions du bulbe, au fond desquelles sont les stomates. Chacun de ces corps s'enfonce dans la profondeur conique placée vis-à-vis de lui, se moule sur ses parois et la remplit si bien qu'il doit s'opposer aux fonctions du stomate qui en occupe le fond. La mort de l'oignon et sa désorganisation seraient la conséquence de l'obstacle mis par le Champignon « tant à l'exhalation des » sucs aqueux contenus dans les tissus qu'à l'introduction de l'air nécessaire » à la vie ». Le Rhizoctone ne se nourrirait donc pas, comme le croyait Duhamel, aux dépens des matières accumulées dans le bulbe de Safran envahi par la Mort.

» Grâce à des échantillons d'oignons attaqués, que j'ai recueillis au commencement de juin, dans les environs de Pithiviers, je puis apporter sur cette obscure question des observations nouvelles qui ne laissent subsister à mes yeux aucun doute sur le véritable parasitisme du Rhizoctone et sur la façon dont il tire sa nourriture de la substance même du bulbe dont la robe se montre couverte et pénétrée de ses filaments violets.

» Le mycélium du Rhizoctone, blanc d'abord, puis violet et brun pourpré, présente deux formes. Le plus souvent, il est composé de tubes cylindriques, d'un diamètre bien égal, cloisonné de distance en distance. C'est l'organisation qu'il présente au milieu des tuniques et aussi dans ces filets

qui s'étendent dans le sol en partant de la surface des oignons attaqués; mais là, en certaines places, et aussi à la surface des oignons, ces tubes cylindriques produisent des rameaux qui ont un autre caractère ; non seulement ils sont plus larges, mais leurs articles se renflent de telle façon qu'ils ont l'aspect d'une file de cellules ovoïdes. Ce sont ces rameaux qui, en s'entremêlant, se pelotonnant et se soudant les uns avec les autres, produisent les corps tubéroïdes veloutés, d'un rouge foncé à l'extérieur, gris ardoisé à l'intérieur, qui sont les gros sclérotes. Mais les filaments tubuleux qui courent sur les tuniques peuvent aussi se nouer et se pelotonner pour former de petits sclérotes qui sont fort différents des précédents : ils sont noirs et lisses. Il y en a de plus petits les uns que les autres, mais les plus gros n'atteignent pas un demi-millimètre de diamètre. C'est à ces petits sclérotes qu'il convient de rapporter les corps en forme de périthèces de Sphérie observés par M. Tulasne. Je les ai examinés à l'état très jeune à la surface interne de la robe, quand ils sont blanchâtres encore comme les filaments qui les entourent, et qu'ils se développent dans la petite dépression de la surface du bulbe, au fond de laquelle est un stomate, sans avoir contracté encore la moindre adhérence avec le corps même de l'oignon, qui est d'un blanc pur et brillant. La description de M. Tulasne est alors absolument exacte.

» Plus tard, on voit apparaître à la surface du bulbe des taches d'un jaune clair et mat : c'est le commencement de l'altération, qui va faire de rapides progrès et transformer le corps de l'oignon en une sorte de bouillie. Toujours, alors, j'ai vu en quelque point une adhérence établie entre les petits mamelons du parasite et la surface du bulbe. Des coupes fines, faites sur ces points et traitées ensuite avec précaution par la potasse, m'ont permis de reconnaître avec certitude la pénétration dans le bulbe des filaments qui convergent au sommet du petit corps encore blanchâtre, mais qui bientôt va brunir et prendre l'aspect d'un périthèce de Sphérie. Les premiers filaments pénètrent par l'ouverture du stomate ; mais bientôt l'épiderme du bulbe est altéré; les parois latérales de ces cellules sont résorbées; sa paroi extérieure jaunie est déchirée et laisse pénétrer une gerbe de filaments souvent fourchus ou digités à l'extrémité, qui s'allongent entre les cellules du corps du bulbe.

» La désorganisation du tissu de l'oignon est rapide. Dans les cellules épidermiques se glissent au loin de très minces filaments portant avec eux la destruction : les parois latérales disparaissent ; la pellicule extérieure décollée recouvre une masse qui s'amollit et devient pulpeuse ; les cellules du

parenchyme, entre lesquelles s'allongent les filaments, se décollent et se séparent les unes des autres sans conserver la moindre adhérence; à leur intérieur, la fécule se résorbe progressivement et se change en matière jaune, puis tous les phénomènes observés par Duhamel se produisent.

» Les filaments du Champignon sont difficiles à suivre au milieu de la masse pultacée qu'ils produisent; ils restent toujours incolores, ont des parois minces et molles, à l'intérieur desquelles on voit un contenu jaunâtre très réfringent et souvent granuleux. Ils rappellent assez l'aspect des tubes de mycélium qui se forment sur les tuniques quand ils sont encore très jeunes, mais ils ont un diamètre un peu plus petit. »

BOTANIQUE. — *Sur les pétioles des Alethopteris.* Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Duchartre.

« Les *Alethopteris* (Sternberg) forment un genre de la famille des Névroptéridées, fort répandu dans les terrains houiller moyen et houiller supérieur, assez bien limité et nombreux en espèces.

» Sous le nom de *Medullosa elegans,* Cotta [1] a donné une description sommaire de tiges ou de pétioles qui ont attiré l'attention et les recherches de nombreux paléontologistes. Brongniart [2] s'en est occupé et s'était proposé de les décrire sous le nom de *Myeloxylon,* leur trouvant une disposition générale de tissus analogue à celle des Monocotylédones, entre autres des *Dracæna.* Gœppert [3] en fait un *prototype* réunissant les caractères de l'organisation des Fougères au centre, des Monocotylédones et des Dicotylédones gymnospermes à la périphérie.

» En 1875 [4], j'ai repris l'étude de ces curieux fossiles et, avec l'assentiment de mon vénéré maître Brongniart, j'ai modifié le nom de *Myeloxylon,* créé par lui, en appelant *Myelopteris* ces portions de pétioles que j'ai démontrées être des rachis de Fougères, faisant partie de la famille des Marattiées, dont le cadre se trouvait ainsi de beaucoup agrandi.

» Vers la même époque, M. Grand'Eury [5], grâce à de nombreux échan-

---

(1) *Die Dendrolithen,* Dresden und Leipzig; 1832.

(2) *Tableau des genres de végétaux fossiles;* 1849.

(3) *Die fossile Flora der permischen Formation;* 1864-1865.

(4) *Etude du genre Myelopteris* (*Mémoire des savants étrangers à l'Académie,* t. XXII; 1875).

(5) *Flore carbonifère du département de la Loire;* 1877.

tillons rencontrés soit à l'état d'empreinte, soit à l'état silicifié, est arrivé, d'une manière indépendante, à la même conclusion.

» Tout récemment M. Schenck, professeur de Botanique à l'Université de Leipzig, après une étude attentive des échantillons de *Medullosa elegans* recueillis à Schemnitz, a émis l'opinion [1] que ce sont des pétioles de frondes de Cycadées, comparables à ceux de l'*Encephalarctos cycadæfolius,* ou du *Zamia Ghellenkii.*

» Je dois donc revenir sur cette question, qui ne paraît pas épuisée.

» D'abord, en comparant les dimensions des frondes (connues jusqu'ici) de Cycadées houillères, telles que les *Noeggerathia,* les *Pterophyllum,* les *Sphenozamites,* qui ne dépassent pas $0^m,15$ à $0^m,20$ en *longueur,* avec certains fragments de *Myelopteris Landriotii* que j'ai rapportés d'Autun, et dont la section *transversale* atteint $0^m,12$ à $0^m,15$ de diamètre, on éprouve une hésitation bien naturelle à reconnaître, dans ces gigantesques bases de frondes, des pétioles de feuilles de Cycadées, surtout de Cycadées houillères, bien inférieures, d'après tout ce que l'on sait, aux Cycadées actuelles.

» De plus j'ai étudié la structure des *Myelopteris* et, en particulier, celle du *M. Landriotii* sur des échantillons complets, variant entre $0^m,15$ et $0^m,004$ de diamètre. La structure générale est restée invariable, sauf les modifications amenées par la réduction même de la section, telles que diminution dans le nombre des faisceaux vasculaires isolés, courant dans le tissu parenchymateux qui forme la masse du pétiole, et des îlots de bandes hypodermiques disposés à la périphérie ou dispersés à l'intérieur.

» J'ai obtenu des préparations intéressant l'extrémité des pennes, et dont le rachis, réduit à $0^m,015$ et $0^m,001$, portait encore *attachées* des pinnules de Fougère!

» Sur des coupes dirigées parallèlement au plan de la fronde, ces pinnules, dans un bon état de conservation, ont permis de reconnaître en outre les formes caractéristiques et la nervation des *Alethopteris* et, en particulier, celles de deux espèces fréquentes dans le terrain houiller de Rive-de-Giers, les *Alethopteris aquilina* et *Alethopteris Grandini.*

» A l'extrémité des pennes, les rachis d'ordre inférieur n'offrent plus, en général, que cinq faisceaux vasculaires, *isolés* comme dans les pétioles, disposés non plus suivant une circonférence, mais en fer à cheval; les deux supérieurs seulement alimentent les cordons qui forment les nervures des pinnules.

---

[1] *Engler's botanische Jahrbücher,* III Band, 2 Heft; 1842. Leipzig.

» Sur la face externe des faisceaux du rachis, on remarque parfois cette lacune si apparente dans les faisceaux des pétioles et que j'ai décrite comme indiquant la présence de cellules ou de canaux gommeux, mais qui ne serait, d'après mes dernières recherches, que les traces de cellules ou de tubes criblés, *presque toujours* détruits dans les échantillons silicifiés ou carbonatés fossiles.

» Les éléments mécaniques sont, dans cette partie de la fronde, relégués en grande partie immédiatement au-dessous de la gouttière longitudinale, que l'on voit à la partie supérieure de la plupart des Fougères.

» En 1877 (¹), j'ai annoncé la découverte de trois pinnules de *Nevropteris* encore attachées à un rachis offrant la structure des *Myelopteris*.

» Ce *Nevropteris* est le *Nevropteris Loshii*. On peut donc regarder comme démontré que les pétioles désignés successivement sous les noms de *Medullosa elegans*, Cotta; *Myeloxylon*, Brongniart; *Stenzelia*, Goeppert; *Myelopteris*, Renault, sont les supports des frondes des *Alethopteris*, des *Nevropteris* et très vraisemblablement des *Odontopteris*.

Je décrirai dans une autre Note et en détail la structure du faisceau vasculaire des *Alethopteris* et leurs fructifications, jusqu'ici inconnues. »

GÉOLOGIE. — *Sur le carbonifère marin de la haute Alsace. Découverte de ses relations avec le culm ou carbonifère à plantes.* Note de MM. **Bleicher** et **M. Mieg**, présentée par M. Hébert.

« Dans une première Note, en date du 13 février 1882, nous annoncions la découverte à Oberburbach (haute Alsace), sur le chemin qui mène de ce village à Massevaux, d'un riche gisement de fossiles carbonifères marins appartenant à l'horizon de Visé (Belgique), sans pouvoir indiquer ses relations avec le carbonifère à plantes ou *culm* de Niederburbach, illustré par les travaux de Schimper et Koechlin-Schlumberger. Nous ignorions, à l'époque où cette Note fut publiée, que ce gisement avait été découvert, il y a quelques années, par M. Keller, ingénieur des mines, qui en avait reconnu l'âge à l'aide de quelques fossiles peu déterminables. C'est donc à lui que revient l'honneur de cette découverte, et nous sommes heureux de lui rendre ici justice. Ces premières recherches, suivies de celles de M. Winckel, manufacturier à Niederburbach, nous ont amenés à étudier à nouveau le vallon qui s'ouvre derrière ce village et à y reconnaître, avec le

(¹) Congrès scientifique de France, 42ᵉ session.

concours de cet amateur zélé d'histoire naturelle, de nouveaux gisements fossilifères du même terrain, plus importants que le premier, car ils établissent d'une manière définitive les relations de la faune carbonifère marine avec la flore du culm.

» Il en est un surtout qui mérite une description spéciale, car la coupe qu'on peut y relever est complète, et les fossiles animaux et végétaux y sont abondants et caractéristiques.

» C'est à environ 720^m d'altitude, sur le chemin qui mène au Rossberg, en passant devant la ferme dite Puttig (ou la Boutique), à quelques centaines de mètres en aval de cette ferme, que se trouve ce nouveau gisement fossilifère. Le chemin, récemment élargi et décapé, nous a donné, entre le commencement d'une montée assez raide et le porphyre rouge du Rothhütel, la coupe détaillée suivante, dans laquelle nous faisons abstraction des couches qui affleurent au-dessous du chemin, dans lesquelles on peut reconnaître une alternance de grauwacke et de mélaphyres qui se développe sur 55^m de hauteur, jusqu'au fond du ravin.

» A droite du chemin, dans un talus raide, affleurent :

» 1° Des schistes argileux noirs grisâtres, se délitant plus ou moins irrégulièrement, noduleux et ferrugineux par place, métamorphiques et siliceux à la base, où ils passent au hornstein. Leur orientation est à peu près N. 20° O. à S. 20° E., et leur plongement est environ de 15° vers S. On y rencontre abondamment des empreintes d'articles d'Encrines, et des Brachiopodes de petite taille, dont le plus abondant et le plus caractéristique est un Chonetes, voisin de *Ch. Buchiana*, Kon. ; des Productus épineux, des Spirifera, des Athyris non encore déterminés les accompagnent. Les Bivalves y sont également assez communs; ce sont des Nucules, Aviculopecten, Pecten, Cypricardes de petite taille, mais déterminables. Les Gastéropodes sont représentés par les Euomphales, Pleurotomaires, Natices, etc. ; les Crustacés par des débris de Phillipsia, des carapaces de Cypridines. Il est probable, enfin, qu'il y existe aussi des débris de poissons, et dans certaines empreintes on peut reconnaître des traces de plantes. Ces schistes, qui se développent sur une épaisseur de 14^m, ne sont pas partout également riches en fossiles; ceux-ci paraissent être répartis dans certains bancs minces intercalés au milieu de la masse schisteuse;

» 2° Un schiste fissile violacé, très fissuré, peu fossilifère;

» 3° Une brèche lie de vin, cimentée et traversée par de nombreuses veinules de quartz; on y trouve des traces de plantes. Ces deux couches ont une épaisseur d'environ 17^m;

» 4° Des schistes siliceux ferrugineux compactes avec *Spirifera* et *Phillipsia* à l'état de moules; épaisseur, 0^m,40;

» 5° Une brèche ferrugineuse, couleur lie de vin, avec intrusions quartzeuses;

» 6° Une argilolithe violacée, passant au porphyre, et contenant des cristaux de feldspath. Ces deux couches réunies ont une épaisseur de 8^m;

» 7°, 8° et 9° Des couches de grauwacke plus ou moins métamorphique, brun olive ou verdâtre, pétrosiliceuse par place;

» 10° Un grès brunâtre peu métamorphique;

» 11° Un grès sableux jaunâtre, avec traces de plantes;

» 12° Un grès sableux jaunâtre, où se trouvent les plantes du culm, associées à de rares représentants de la faune marine : *Spirifera?* Jusqu'ici nous n'avons pu y déterminer que deux espèces, des plus caractéristiques : *Sagenaria Weltheimiana*, Sternb.; *Cyclopteris Collombiana*, Schimp., à l'état d'empreintes bien conservées. D'autres espèces paraissent y exister d'après quelques échantillons que nous possédons, et il est à espérer que de nouvelles recherches nous livreront la série complète des plantes de Thann et de Burbach;

» 13° Une argilolithe, lie de vin, traversée par des filons capillaires de quartz, passant en certains points à l'argilophyre. L'ensemble des couches 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13 atteint environ 7^m.

» Le porphyre rouge compacte du Rothhütel recouvre en contact direct, visible sur une certaine distance le long du chemin, toute cette série. »

» D'autres localités fossilifères appartenant au même terrain existent dans les environs de ce gisement.

» En amont de la ferme Puttig, à peu de distance de celle-ci, M. Winckel nous a montré une grotte d'un effet extrêmement pittoresque, sur les parois de laquelle affleuraient les schistes n° 1 de la coupe précédente, complètement métamorphiques et passant au hornstein, mais conservant néanmoins leurs fossiles à l'état de moules. C'est sur les parois de cette grotte que se trouvent les seuls Polypiers que nous avons pu constater dans le carbonifère marin de ces régions.

» Les nouvelles recherches qui font l'objet de cette Note ont donc pour résultat d'établir d'une manière définitive la place de la flore du culm dans la série des terrains carbonifères.

» Cette flore serait postérieure au carbonifère marin. Il y aurait eu cependant une flore contemporaine de celui-ci, car les couches 1 et 4 nous ont donné des traces de plantes.

» Certaines espèces appartenant à la faune carbonifère marine ont coexisté avec la flore du culm.

» Il reste à déterminer le niveau exact de la faune marine nouvellement découverte dans les couches 1 et 4. Ce niveau doit être différent de celui du premier gisement qui a fait l'objet de la Note du 13 février, et qui ne se trouve guère qu'à 800^m à 900^m à vol d'oiseau du point où nous avons pris la coupe ci-dessus, mais sur le flanc opposé de la vallée. Ici, en effet, il n'existe ni *Conocardium*, ni *Productus giganteus*, ni *P. Cora*.

» L'âge des Mélaphyres d'Oberburbach, inférieurs à la série fossilifère du carbonifère marin, celui du porphyre rouge du Rothhütel immédia-

tement superposé à la grauwacke à plantes du culm, se trouve donc définitivement fixé. »

M. Em. Delaurier adresse une Note intitulée : « Expériences relatives à l'action des électro-aimants et des courants électriques sur l'acier trempé ».

M. Machay adresse un Mémoire « Sur les unités électriques ».

La séance est levée à 5 heures.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1882.

Le microphone, le radiophone et le phonographe; par le comte Th. Du Moncel. Paris, Hachette et Cie, 1882; in-12.

Revues scientifiques publiées par le Journal « la République française » sous la direction de M. P. Bert; 4e année. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Synthèse des minéraux et des roches; par F. Fouqué et Michel Lévy. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Les splendeurs de la foi; par M. l'abbé Moigno; t. V. *Le miracle au tribunal de la Science*. Paris, Blériot frères, 1882; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Exposition universelle internationale de 1878, à Paris. Rapports du jury international. Groupe II, classe 16. Les Cartes et les appareils de Géographie et de Cosmographie, etc. ; par M. A. Grandidier. Paris, Imp. nationale, 1882; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; vol. II de la 6e série, 1881. Nantes, imp. Ve C. Mellinet, 1882; in-8°.

Mémoires de Météorologie dynamique. Exposé des résultats de la discussion de Cartes du temps des Etats-Unis, ainsi que d'autres documents; par Elias Loomis, traduit de l'anglais par M. H. Brocard. Paris, au bureau du Journal *les Mondes* et chez Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Annales de la Société de Médecine de Saint-Etienne et de la Loire. Comptes rendus de ses travaux; t. VIII, 1re Partie, imp. Pichon, 1882; in-8°.

Du vaccin de génisse. Etude comparative du vaccin animal et du vaccin humain; par le Dr Ciaudo. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1882; in-8°.

Récit de mon empoisonnement avec de l'apomorphine employée en injection hypodermique; par G. Pécholier. Montpellier, typog. Boehm, 1882; br. in-8°.

Regno d'Italia. Ministero dei Lavori pubblici. Cenni monografici sui singoli servizi dipendenti dal Ministero dei Lavori pubblici per gli anni 1878-1879-1880, *etc.* Roma, tipog. E. Botta, 1881; in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 juin 1882.

Ministère des Finances. Direction générale de la comptabilité publique. Rapport à M. le Président de la République concernant le compte de liquidation (2e partie) *et le budget des dépenses sur ressources extraordinaires à l'époque du* 31 *décembre* 1881. Paris, Imp. nationale, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les Professeurs et chefs de service, 1881. Paris, imp. P. Dupont, 1882; in-8°.

Les occultations des étoiles par la Lune. Prédiction du phénomène et détermination de la longitude; par MM. F.-C. Beuf et E. Perrin. Paris, Berger-Levrault, 1882; in-8°.

Vallées ariégeoises avant l'invasion romaine; par A. Garrigou. Foix, typog. Ve Pomiès, 1882; in-8°.

De la détermination histologique des feuilles médicinales; par A. Lemaire. Paris, F. Savy, 1882; grand in-8°.

T. Husnot. *Musci Galliæ. Herbier des mousses de France;* fascicule XIV, nos 651-700. Cahan, par Athis (Orne), 1882; in-4° cartonné.

Le monde physique; par A. Guillemin; t. III : *Le magnétisme et l'électricité,* 12e série, liv. 109 à 118. Paris, Hachette et Cie, 1882; in-8°.

Notice sur le congrès des géographes allemands à Halle (12-14 *avril* 1882); *par* A. de Tillo. Paris, Reinwald, 1882; br. in-8°.

Report of the fifty-first meeting of the British Association for the advancement of Science; held at York in august and september 1881. London, J. Murray, 1882; in-8° relié.

Engineer department U. S. Army. Report upon United States geographical Surveys West of the one hundredth meridian, etc.; vol. VII : *Archeology.* Washington, government printing Office, 1879; in-4° relié.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1876, *at*

the United States naval Observatory. *Rear admiral* C.-H. DAVIS; in two Parts: Part. I. Washington, government printing Office, 1880; in-4° relié.

ERRATA.

(Séance du 3 avril 1882.)

Page 941, ligne 9 en remontant, *supprimer les mots* passant par les points d'intersection des deux coniques.

(Séance du 19 juin 1882.)

Page 1650, ligne 19, dernier dénominateur, *au lieu de* r, *lisez* r^2.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-QUATORZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1882.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCIV.

A

C

D

E

H

N

O

P

S

T

V

TABLE DES AUTEURS.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

E

G

H

I

J

K

L

M

N

O

Q

R

S

T

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
7490 Paris. — Quai des Augustins, 55.